
CAPSULA ESPACIAL
Revista digital de astronáutica y espacio
Nº 71 - 2021
Astronomía Pre-Telescópica
Astronomía antigua
Sumerios
Griegos
Árabes
Europa medieval

Estimados lectores

Este número de *Cápsula Espacial* trata de la historia antigua de la astronomía, a través de sus páginas nos adentraremos en la época pre-telescópica, desde momentos en la antigüedad en que solo era visual y se descubrieron los planetas del Sistema Solar vagando entre las estrellas del firmamento, como también los movimientos del Sol y la Luna, hasta una época en que astrónomos con muy pocos elementos de medición y sin la utilización de aparatos ópticos, hicieron estudios sobre movimientos y medidas de distancias de cuerpos celestes, algunos con una precisión tan exacta que hasta perduran en la actualidad, bienvenidos al nacimiento de la astronomía.

Usted puede colaborar con la revista para la creación de contenidos a través de los botones de donación que posee el Blog.

Muchas gracias

Biagi, Juan

Contactos



https://capsula-espacial.blogspot.com



https://www.facebook.com/capsula.espacial

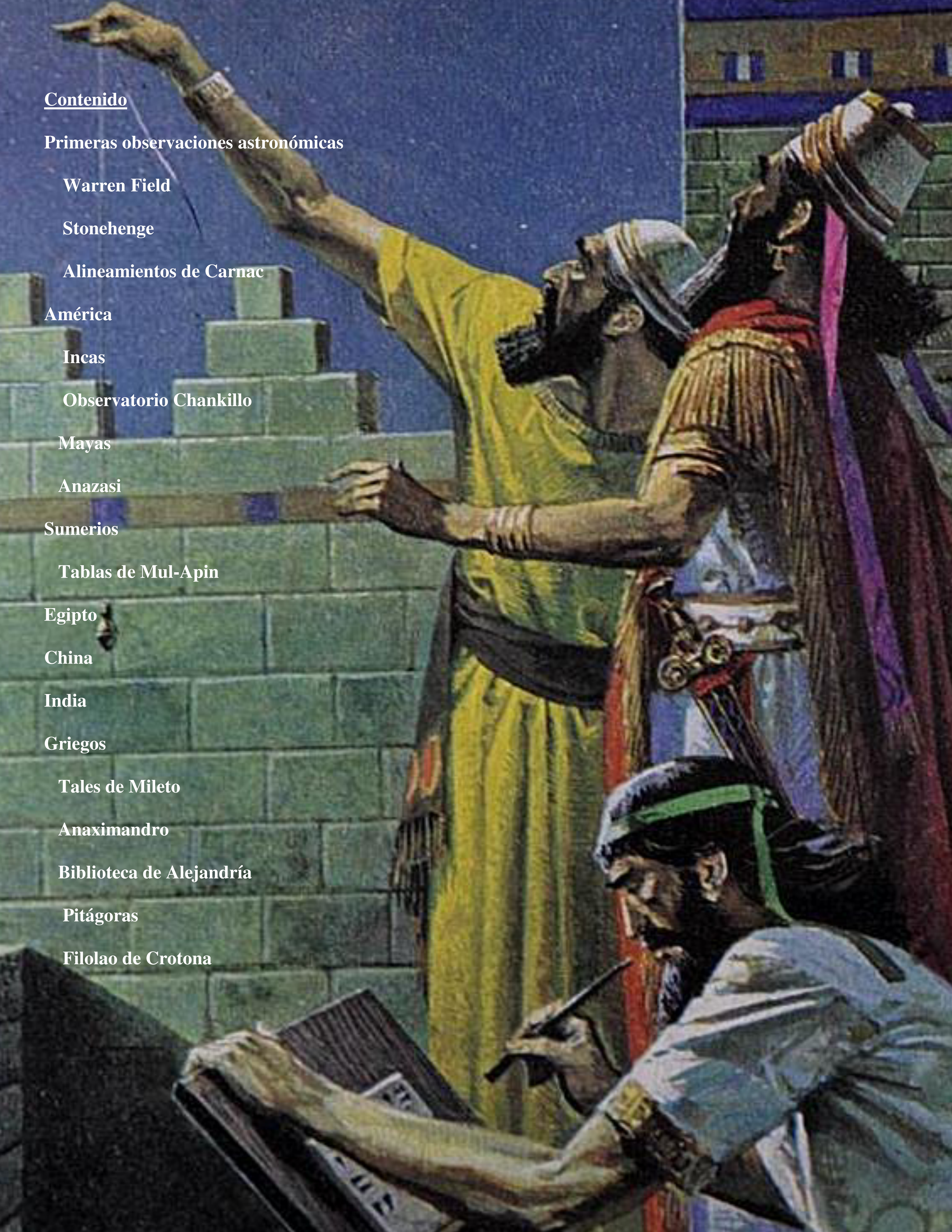


https://www.instagram.com/capsula_espacial/

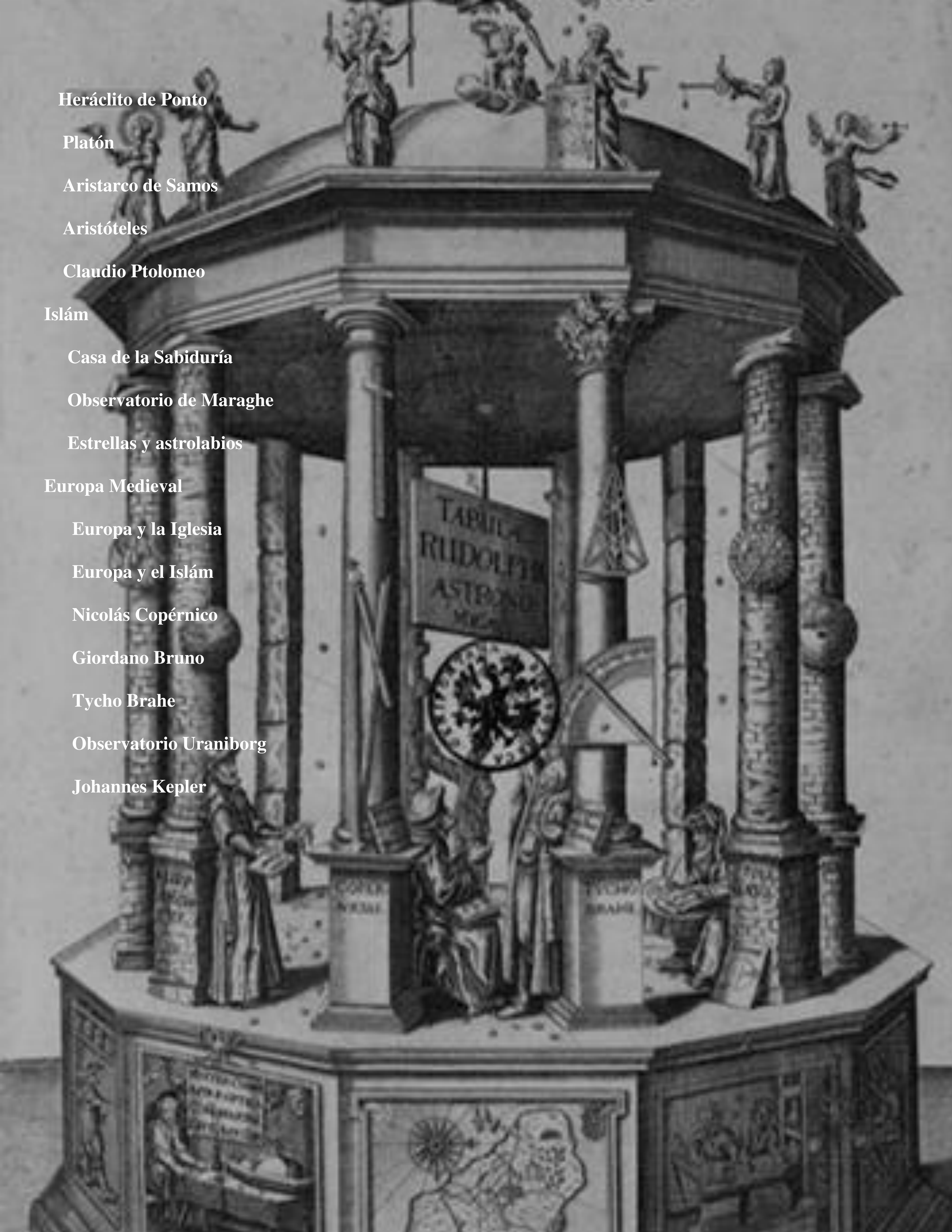


r.capsula.espacial@gmail.com

Portada **Interior del observatorio Uraniborg de Tycho Brahe.**



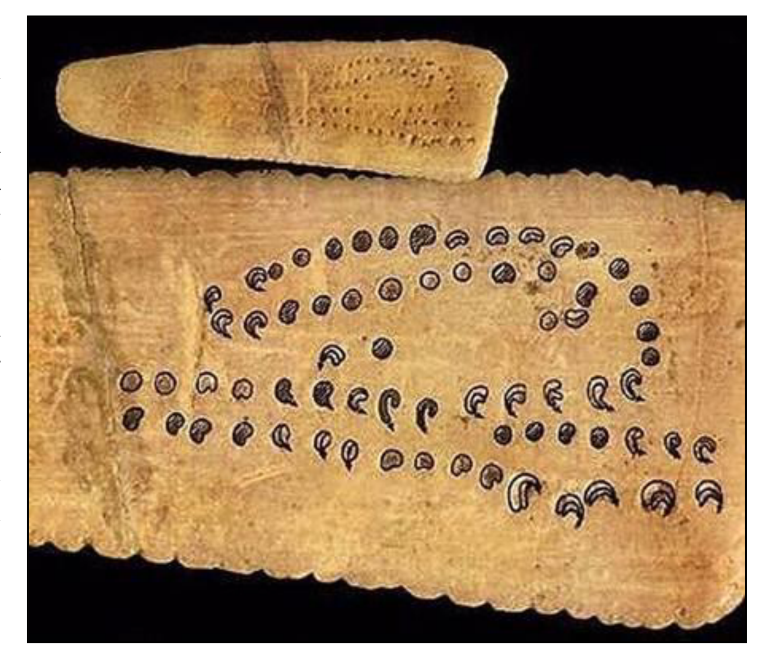
Contenido



Primeras observaciones astronómicas

El cielo fascinaba ya a los hombres de las cavernas; lo primero que observaron fue la diferencia del día y la noche, cómo el Sol se ocultaba cada atardecer y, con él, cómo desaparecían la luz y el calor, el día fue seguramente la primera unidad de tiempo universalmente utilizada.

La curiosidad humana con respecto al día y la noche, al Sol, la Luna y las estrellas, llevó a los hombres primitivos a la conclusión de que los cuerpos celestes parecían moverse de forma regular, la primera utilidad de esta observación fue la de definir el tiempo y orientarse en los desplazamientos y viajes, nuestros antepasados de la Edad de Piedra distinguieron también las formas que adoptaba la Luna en distintos períodos y hacían incisiones en huesos de animales para representar estos cambios: las fases lunares, descubrieron una regularidad de los fenómenos, el Sol que separaba el día de la noche salía todas las mañanas desde una dirección, el E, se movía uniformemente durante el día y se ponía en la dirección opuesta, el O, por la noche se podían ver miles de estrellas que seguían una trayectoria similar; en las zonas templadas, comprobaron que el día y la noche no duraban lo mismo a lo largo del año, en los días largos, el Sol salía más al N y ascendía más alto en el cielo al mediodía, en los días con noches más largas, el Sol salía más al S y no ascendía tanto.



Pronto, el conocimiento de los movimientos cíclicos del Sol, la Luna y las estrellas mostraron su utilidad para la predicción de fenómenos como el ciclo de las estaciones, de cuyo conocimiento dependía la supervivencia de cualquier grupo humano, cuando la actividad principal era la caza, era trascendental predecir el instante el que se producía la migración estacional de los animales que les servían de alimento y, cuando nacieron las primeras comunidades agrícolas, era fundamental conocer el momento oportuno para sembrar y recoger las cosechas, así como el invierno, en que se requería de una preparación para sobrevivir a los cambios climáticos adversos; debió de ser importante también, desde un principio, el hecho de que la calidad de la luz nocturna dependiera de la fase de la Luna y el ciclo de 29 a 30 días ofrecía una manera cómoda de medir el tiempo.

De esta forma los calendarios primitivos casi siempre se basaban en el ciclo de las fases de la Luna, en cuanto a las estrellas, para cualquier observador debió de ser obvio que las estrellas son puntos brillantes que conservan un esquema fijo noche tras noche, los primitivos, naturalmente, creían que las estrellas estaban fijas en una especie de bóveda sobre la Tierra, pero el Sol y la Luna no deberían estar incluidos en ella; probablemente, cuando se desarrolló la agricultura y se domesticaron animales, el cielo adquirió aún más importancia como medio para determinar la época apropiada para la siembra y la cosecha.

La práctica de estas observaciones es universal, se han encontrado en todos los lugares en donde ha habitado el hombre, por lo que se deduce que la astronomía es probablemente uno de los conocimientos más antiguos en todas las culturas, como el hombre, en su primitivo conocimiento, no podía explicarse los cambios del cielo, dedujo que el firmamento estaba habitado por poderosos seres que influían en los destinos de las comunidades y que poseían comportamientos humanos y, por tanto, requerían de adoración para recibir favores que evitasen sus castigos, este componente religioso estuvo estrechamente relacionado al estudio de los astros durante siglos.

Warren Field

Sitio astronómico del mesolítico construido alrededor del año 8000 a.C.; incluye 12 pozos que se cree que se correlacionan con las fases lunares y se utilizaron como calendario lunar (considerado el calendario lunar más antiguo que se conoce) fue descubierto originalmente desde el aire como un terreno anómalo y fue excavado por primera vez en 2004.

Los pozos se alinean en el horizonte S-E y un punto topográfico prominente asociado con la salida del Sol en el Solsticio de invierno (proporcionando así una corrección astronómica anual sobre el paso del tiempo según lo indicado por la Luna, el año solar asincrónico y las estaciones asociadas) el calculador de tiempo de Aberdeenshire es anterior a los calendarios de la Mesopotamia en casi 5000 años, también se interpretó como un calendario estacional porque las comunidades prehistóricas locales, que dependían de la caza de animales migratorios, necesitaban anotar cuidadosamente las estaciones para estar preparados para una fuente de alimento en particular.







Stonehenge

Monumento megalítico (además de otros elementos como fosos y montículos) situado cerca de Amesbury, Reino Unido, construido entre el final del período Neolítico y principios de la Edad del Bronce, los arqueólogos creen como probables las fechas de construcción de las distintas fases y utilización entre el 3100 a.C. y el 2000 a.C.

Las piedras erguidas de Stonehenge están formadas por grandes bloques de rocas sedimentarias e ígneas, distribuidos en cuatro circunferencias concéntricas; el exterior, de 30 m de diámetro, está formado por grandes piedras rectangulares de arenisca que, originalmente, estaban coronadas por dinteles, también de piedra, quedando hoy en día solo siete en su sitio original; dentro de esta hilera exterior se encuentra otro círculo de bloques más pequeños de arenisca azulada, este encierra una estructura con forma de herradura construida con piedras de arena del mismo color. En su interior permanece una losa de arena micácea conocida como El Altar.

Todo el conjunto está rodeado por un foso circular que mide 104 m de diámetro, dentro de este espacio se alza un bancal en el que aparecen 56 fosas conocidas como Agujeros de Aubrey, el bancal y el foso están cortados por La Avenida, un camino procesional de 23 m de ancho y 3 Km de longitud, aproximadamente.

Cerca se halla la Piedra del Sacrificio, enfrente se encuentra la Piedra Talón. Está compuesto de un gran círculo de grandes megalitos cuya construcción se fecha hacia el 2500 a.C., el círculo de arena que rodea los megalitos es considerado la parte más antigua del monumento, habiendo sido datada sobre el 3100 a.C.

En su comienzo era un monumento circular de carácter ritual rodeado por un talud y un foso, de modo similar a muchos otros situados en el S de Inglaterra; finalmente el monumento tomó su aspecto actual, para lo cual se transportaron 32 bloques de arenisca desde las montañas de Preseli (S-O de Gales) y la piedra del Altar fue traída desde una región cercana a Milford Haven. Se especula actualmente con la posibilidad de que se hubieran movido usando bolas de madera o piedras a modo de rodamientos, y no con troncos como originalmente se pensó.

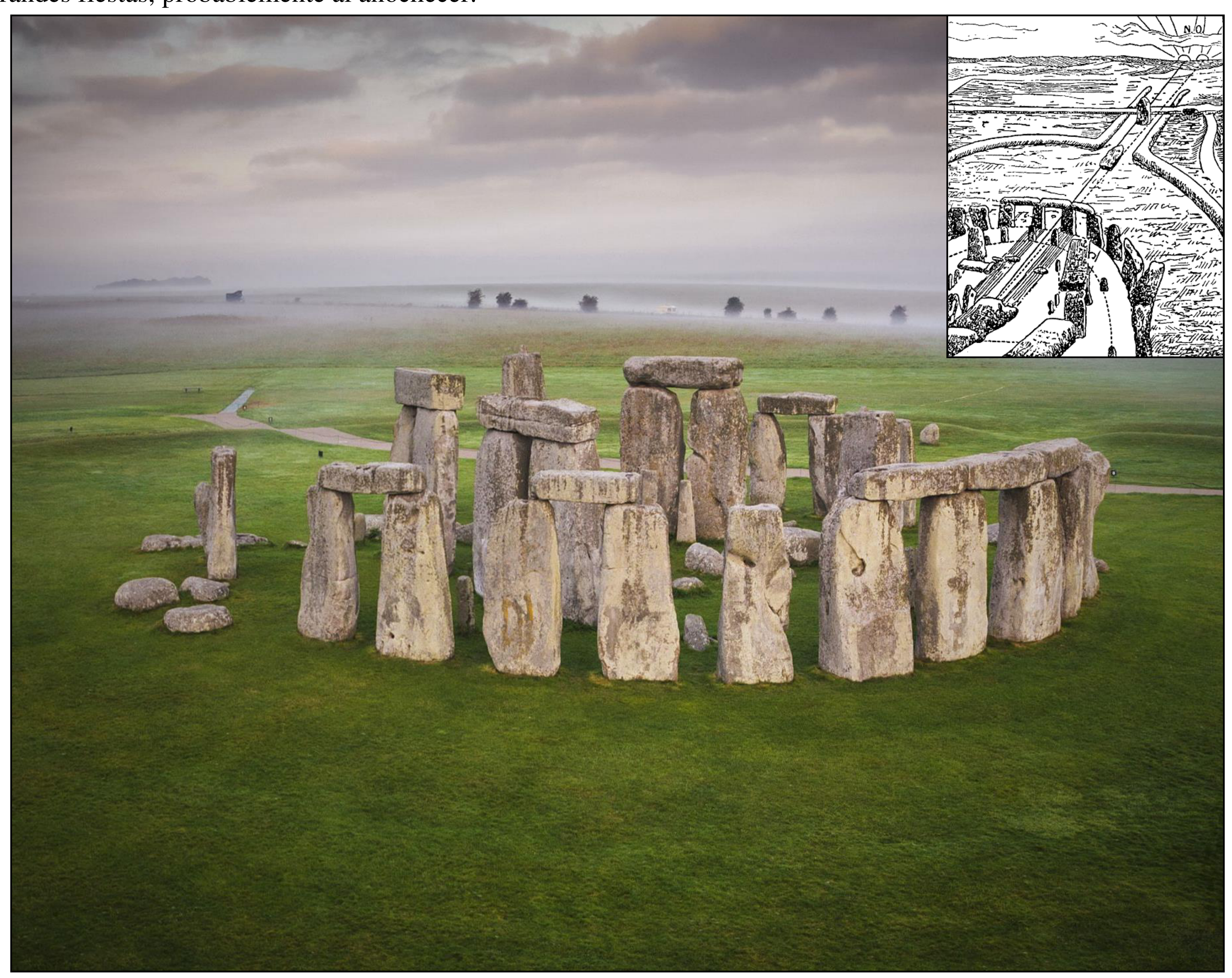


Stonehenge era parte de un complejo más grande, que incluía círculos de piedra y avenidas ceremoniales, estudios en la zona permitieron encontrar muy cerca de Stonehenge un asentamiento de cerca de mil casas, de acuerdo con las evidencias encontradas, estas casas solamente se usaban unos días al año, y no se trataba de una aldea habitada permanentemente.

A 3 Km de Stonehenge, en Durrington Walls, fue encontrado un amplio trabajo circular en el terreno, veinte veces más extenso que Stonehenge, rodeado por una zanja y un banco, allí estuvo levantada una construcción de madera, ahora denominada Woodhenge, con un diseño similar al de Stonehenge y construida en el mismo Siglo, Woodhenge estaba unido al río Avon por una avenida ceremonial construida con piedras.

La finalidad que tuvo la construcción de este gran monumento se ignora, pero se supone que se utilizaba como observatorio astronómico que servía para predecir las estaciones.

En el solsticio de verano, el Sol salía justo atravesando el eje de la construcción, lo que hace suponer que los constructores tenían conocimientos astronómicos, el mismo día, el Sol se ocultaba atravesando el eje de Woodhenge, donde se han encontrado multitud de huesos de animales y objetos que evidencian que se celebraban grandes fiestas, probablemente al anochecer.



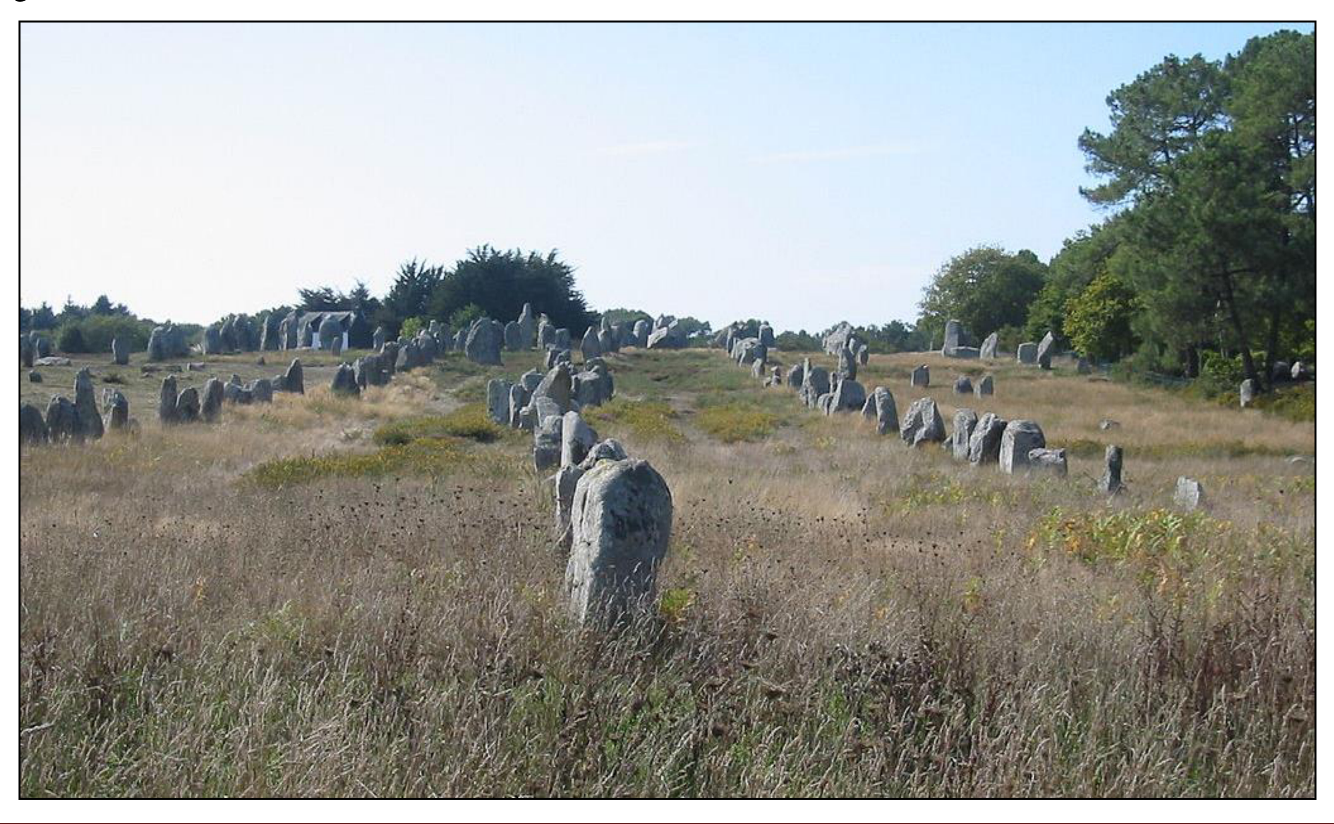
Alineamientos de Carnac

Conjunto de alineamientos megalíticos situados junto al Golfo de Morbihan en Bretaña, Francia, es el monumento prehistórico más extenso del mundo, y fue erigido durante el Neolítico, en algún momento entre los Siglos V y III a.C.; en 1970 se afirmó que Carnac es un observatorio astronómico, donde las hileras de menhires y sus perpendiculares están orientadas hacia los puntos solsticiales y equinocciales de salida del Sol, creando así un calendario que permitía predecir las etapas importantes de la vida agrícola

El conjunto más importante es el de Le Ménec, formado por 1099 menhires dispuestos en 11 hileras de 100 m de ancho por 1,2 Km de largo, está flanqueado en sus dos extremos (E y O) por crómlecs (círculos de piedras) el crómlech occidental está compuesto por 70 menhires y mide 100 m, el oriental está muy deteriorado, pero aún sobrevive; las piedras situadas al O son las más grandes, llegando en algunos casos a los 4 m, su tamaño va reduciéndose a lo largo del alineamiento hasta alcanzar sólo 90 cm en el extremo oriental, las hileras no son rectas, sino que describen una suave curva hacia el N-O.

El alineamiento de Kermario (al E de Le Ménec), es el más conocido y también el más frecuentado, tiene 982 menhires en 10 hileras que se extienden a través de 1,2 Km, la mayor de las rocas tiene más de 7 m de altura, los menhires de Kermario van disminuyendo de tamaño a medida que se aproximan al límite oriental, donde hay tres grandes rocas que forman una línea perpendicular a los alineamientos; no lejos de Kermario está el cuadrilátero de Manio, un recinto funerario delimitado por una serie de piedras de 1 m de alto que forman un cuadrado, también se halla próximo el Gigante de Manio, menhir solitario con una altura de 6 m.

El alineamiento de Kerlescan (al E de Kermario) consta de 540 piedras, organizadas en 13 hileras de 139 m de ancho y 880 m de largo, en su extremo occidental hay un crómlec de 39 menhires, más al E aún, en un bosque, se encuentra el alineamiento de Le Petit Ménec, recientemente restaurado, con 100 piedras; se sospecha que es una prolongación de Kerlescan.







América

Incas

Por lo extenso de su territorio, llegaron a tener un conocimiento bastante avanzado de la bóveda celeste, que utilizaron para sus actividades públicas y religiosas, la salida de las Pléyades tenía un significado especial para ellos, ya que su primera aparición sobre el horizonte oriental se usaba como referencia para el calendario.

Los Incas conocían la revolución sinódica de los planetas, construyeron un calendario lunar para las fiestas religiosas y uno solar para la agricultura. Utilizaron elementos como mojones alrededor de los pueblos para realizar astronomía observacional. Los Chibchas conocían la constelación de Orión y reconocían la relación entre la salida heliacal de Sirio con el comienzo de la temporada de lluvias.

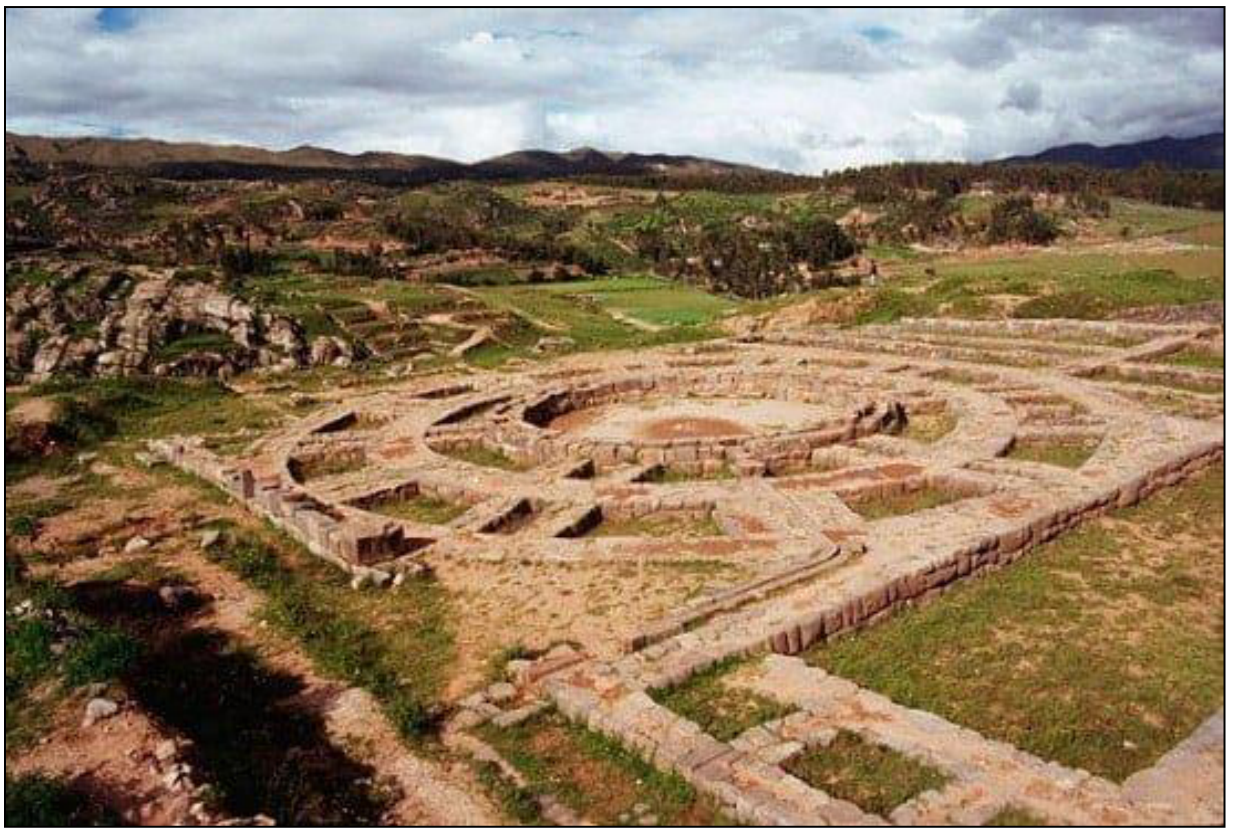
El Sol (Inti en quechua), al que acostumbraban representar por un gran disco de oro circundado de rayos, adoraban al Sol fundamentalmente para que les proporcionara abundantes cosechas, era una fuerza dominante y un símbolo de prestigio y poder y el astro era adorado en templos cubiertos totalmente de oro, como el Koricancha o en la ciudad del Cuzco, Perú; también se afirmaba que el maíz eran las lágrimas del Sol debido al color dorado que tiene el maíz seco, por lo que se ofrendaba al Sol la bebida que se elaboraba con el maíz: la chicha y determinaron los solsticios y los equinoccios.

Su calendario (uno de los encontrados) consistía en un año solar de 365 días, repartidos en 12 meses de 30 días y con 5 días intercalados, se sabe que el calendario era determinado observando al Sol y a La luna, para fijar las fechas exactas del año y meses, Pachacútec dispuso la edificación de 12 torres o pilares localizados al E de las llactas de Cuzco (las llactas funcionaban como centros administrativos durante el Imperio Inca (Siglos XV y XVI) sólo residía en ellas por temporadas antes de ser reemplazada por otro grupo de pobladores, todos ellos eran mitayos, personas que acudían a cumplir su Mita o tributo en trabajo en beneficio del Estado (construcción de caminos, puentes, edificios, terrazas de cultivo, etc.).





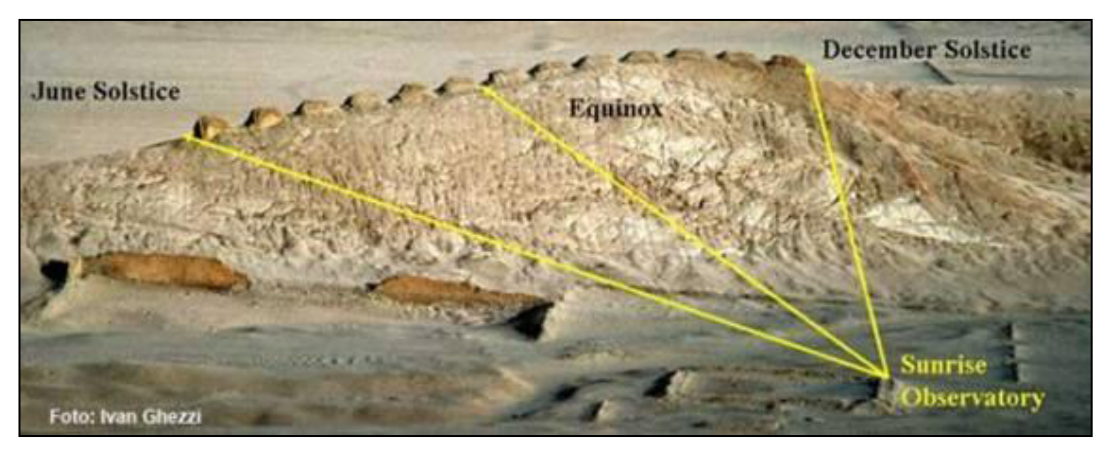




Observatorio Chankillo

El observatorio está formado por trece torres levantadas en línea, de N a S sobre la cima del monte Chankillo, que indicaban con precisión el desplazamiento anual del Sol, así como los solsticios y los equinoccios, la estructura contiene dos puntos artificiales de observación separados por unos 200 m con una especie de fortaleza rodeada por tres anillos concéntricos, un grupo de 13 torres de piedra que coronan la ladera de una montaña costera en Perú forman el observatorio solar más antiguo del hemisferio occidental, el emplazamiento de 2300 años de antigüedad remite a una sofisticada cultura que usó el espectacular alineamiento del Sol y las estructuras para efectos políticos y ceremoniales.





El principal componente de Chankillo es la llamada fortaleza, una imponente estructura de 300 m de largo, ubicada en la cumbre de una colina y fuertemente defendida por murallas, accesos restringidos, parapetos y posiblemente un pozo seco, en otra zona de Chankillo se aprecian otros edificios en los que destacan 13 torres construidas con piedra canteada y mortero, la hilera de torres tiene una orientación N-S, pero las tres últimas construcciones ubicadas hacia el S presentan un cambio de orientación hacia el S-O, y se determinó que las torres fueron levantadas con el fin de seguir la trayectoria del Sol en aquella época, así, los antiguos habitantes de la zona podrían regular eventos estacionales, como fiestas religiosas o para mantener un calendario solar empírico.

Mayas

Estudios recogidos en las exploraciones que estudiaron las rocas y cortezas de árboles que tenían inscripciones, así como hojas manuscritas donde los jeroglíficos con forma humana y animal se unen con símbolos matemáticos y representaciones de divinidades, demuestra que la astronomía se caracteriza por ciclos periódicos y repetidos.

Los sacerdotes astrónomos mayas habían calculado con gran precisión las fases lunares y la duración del año, particular importancia solía tener el planeta Venus, en la llamada Tabla de Dresde (uno de los pocos manuscritos mayas que pudo librarse de la quema en el Siglo XV) comprende las efemérides del planeta Venus con una precisión de 1 hora para 500 años; en otro apartado aparece el sistema de predicción de eclipses de Sol con una exactitud de casi un día; otro manuscrito revela que los mayas observaron y calcularon los movimientos planetarios a partir de sus propias constelaciones zodiacales, los constructores de Tinkal y Palenque habían estado obsesionados por el dominio del tiempo, su filosofía estaba sin duda basada en la numeración y totalmente orientada a establecer calendarios cíclicos que se prolongaban al infinito.





<u>Anasazi</u>

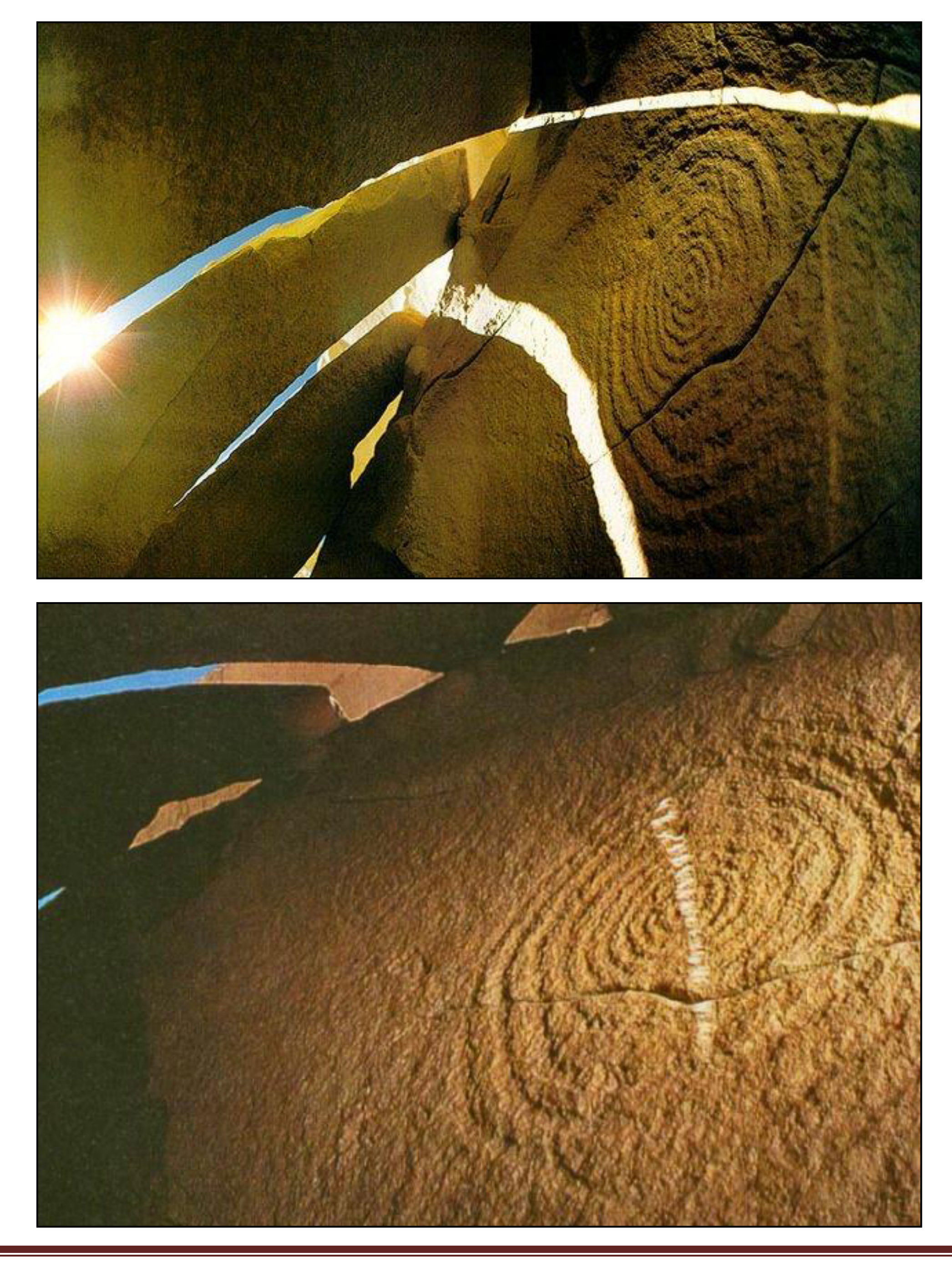
Los pueblos indígenas anasazi, vivieron en el S-O de lo que hoy es Estados Unidos, vieron y registraron a SN 1054, supernova que fue ampliamente vista en la Tierra en el año 1054; según astrónomos chinos y árabes, fue notoria a la luz del día durante 23 jornadas y visible 653 noches, posiblemente se trató de una supernova tipo II; los anasazi dibujaban símbolos misteriosos y observaban los desplazamientos solares, de su manufactura se cuenta con un petroglifo que podría representar un mapa del cielo, incluyendo este fenómeno celeste en un risco de la comunidad Cañón del Chaco.





En el siglo XI, las creencias anasazi sobre el cielo no se limitaban a las nubes, se extendió más allá, como en ese momento no tenían los medios para tomar notas de todo, lo que hicieron fue registrarlo en calendarios arquitectónicos, que sería un reloj de sol que servía como marcador para las estaciones

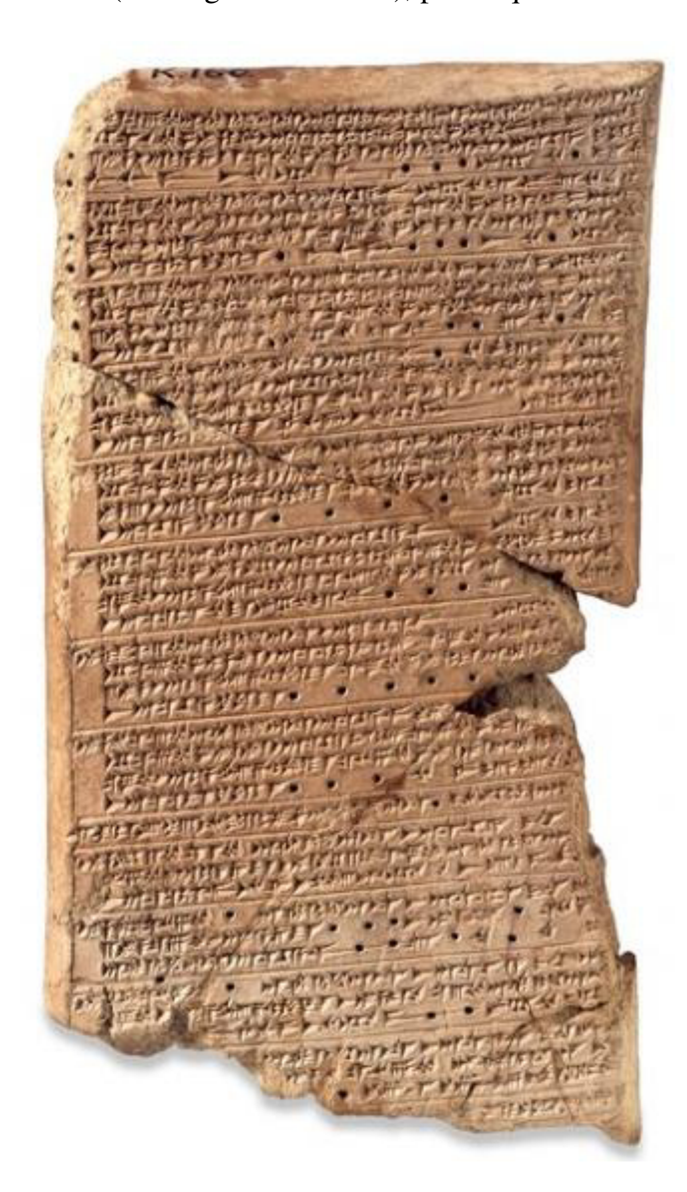
La casa más grande y compleja de estas estructuras circulares tenía una sola ventana pequeña en un lado y un nicho en el otro, este nicho no recibe luz en ninguna época del año, pero al 12 del 21 de junio, un rayo de Sol entra por la ventana y la ilumina directamente, al mediodía del primer día de verano, un rayo de Sol pasa entre dos de las rocas y toca el centro de la espiral más grande, al mediodía, primer día de primavera y otoño, dos rayos de Sol pasan entre las tres rocas y tocan ambas espirales, al mediodía del primer día de invierno, dos rayos de Sol tocan los lados de la espiral más grande, se cree que las misteriosas espirales y rocas inclinadas forman parte de un observatorio astronómico, donde se estudiaron los fenómenos celestes y sus sutiles movimientos.

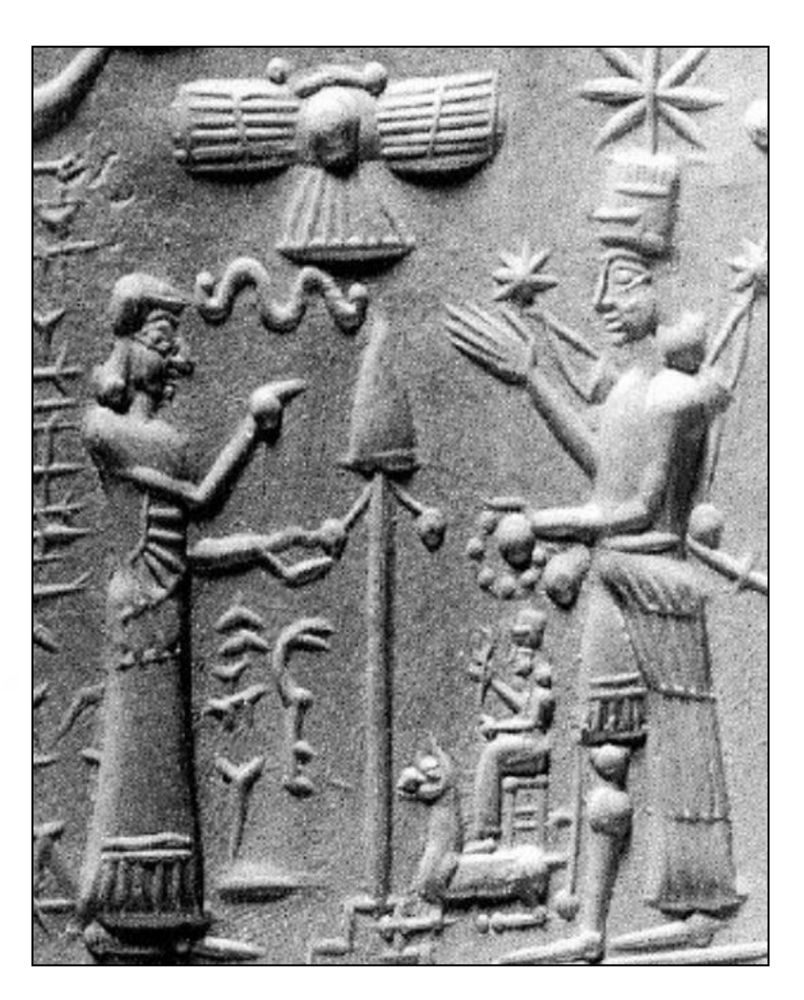


Sumerios

En la antigua Mesopotamia , los sumerios, a quienes se les atribuye la invención de la escritura cuneiforme con un lápiz sobre tablillas de arcilla poco antes del 3000 a.C., contribuyeron a la astronomía al dar nombres a las constelaciones, la cultura y civilización sumeria fue progresivamente asimilada por pueblos semitas que vivían en la zona, como resultado, casi todas las fuentes sobre los conocimientos astronómicos mesopotámicos son semitas, con lo que resulta complicado averiguar qué datos son estrictamente sumerios, y cuáles fueron añadidos por pueblos posteriores, Sin embargo los nombres de estrellas y constelaciones que aparecerán en épocas posteriores serán sumerios, lo que puede indicar un origen de tales constelaciones en esta época, aunque es difícil asegurarlo, pues el sumerio se siguió usando como lengua sagrada siglos después de haber desaparecido como lenguaje hablado, de forma similar a lo que sucedió con el latín muchos siglos más tarde.

Fueron los primeros en hacer una referencia escrita de un astro determinado en una tablilla del año 2500 a.C. encontrada en la Mesopotamia se nombra al Cúmulo de las Pléyades como Mul-Mul, que en sumerio significa las estrellas (Mul significaba astro), por lo que al unir dos caracteres hacían referencia al astro por excelencia.

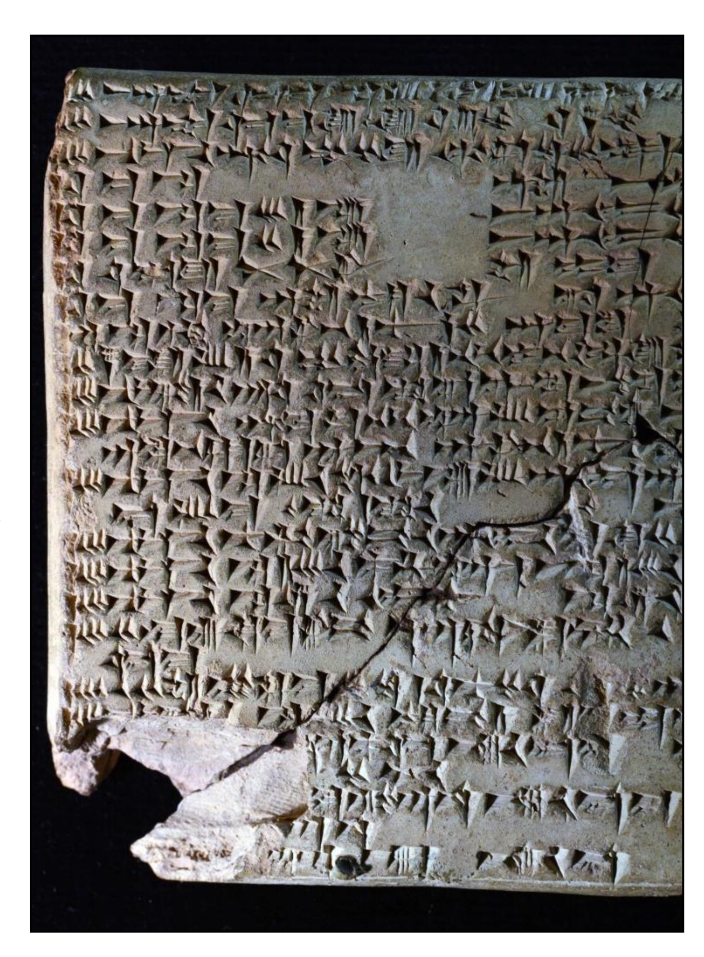




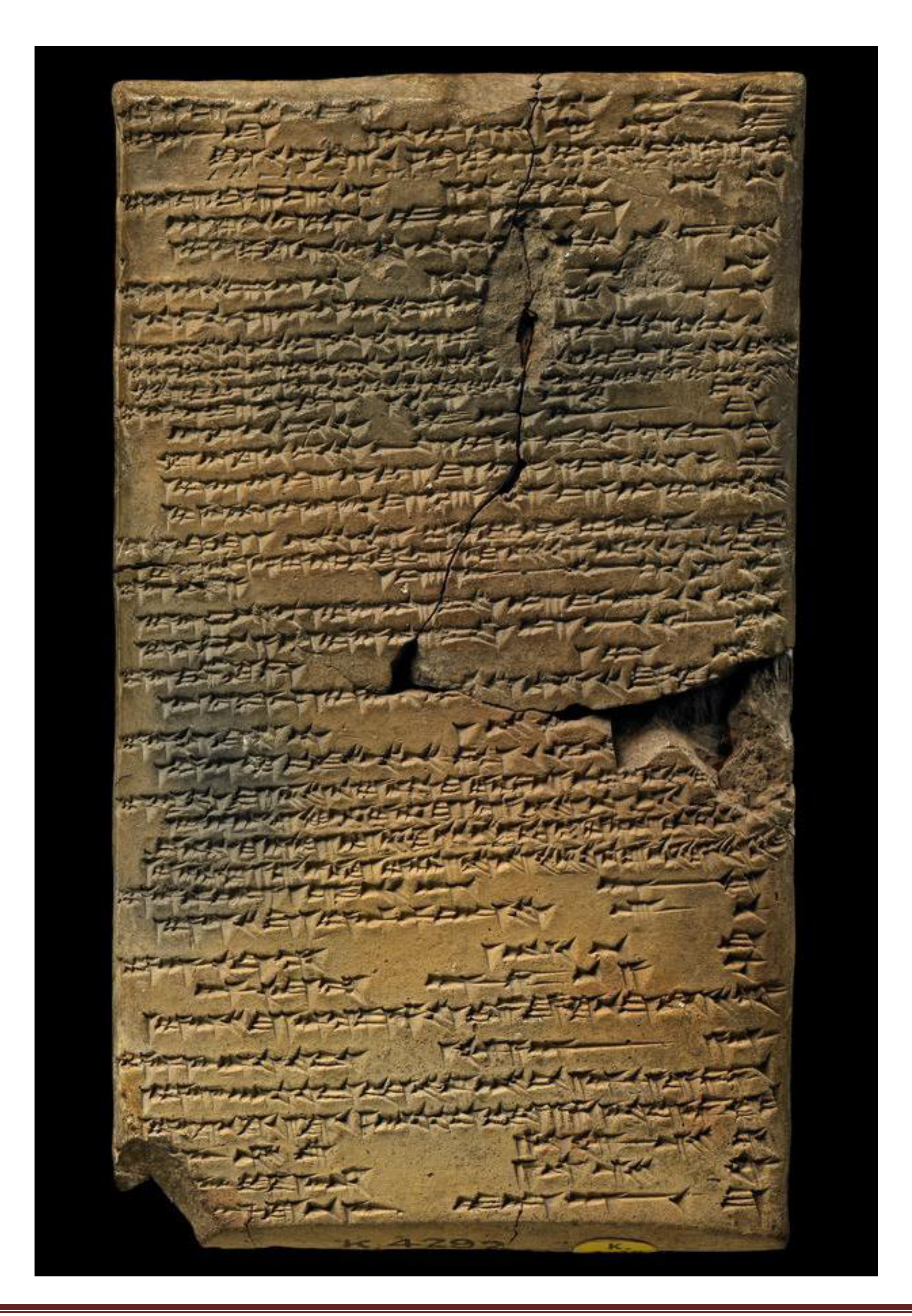
Del periodo acadio (2350-2150 a.C.) y la primera época de Babilonia (1950-1500 a.C.) existen numerosos sellos cilíndricos con representaciones de lo que parecen ser muchas de las constelaciones clásicas, cada una representa a un dios, algunos de estos cilindros son sumerios y se remontan a épocas anteriores, aunque otros datan de la III Dinastía de Ur (2050-1950 a.C.) luego de la caída de Acad; paradójicamente, muchas de las representaciones más antiguas de estas figuras no provienen de Sumer, sino de Elam (nación rival de Acad) en estos sellos se pueden observar a muchos dioses representados como serán representadas las constelaciones posteriormente, figuras mitológicas, animales e insectos que serán asociadas posteriormente a las constelaciones (en la actualidad todavía se discute si estas figuras divinas que aparecen en estos sellos representan o no constelaciones).

Durante el período babilónico antiguo (2000-1500 a.C.) se realizaron las primeras observaciones astronómicas sistemáticas, distintos calendarios lunares y solares, y las primeras representaciones pictóricas de constelaciones que, aún datadas en épocas tan antiguas, se corresponden con algunas de las constelaciones actuales, como Aquila, Aquarii, Taurus y Leo, de este período se destaca el texto en acadio Oración a los dioses de la noche, donde se mencionan 17 estrellas para su uso con técnicas adivinatorias, si bien no es un texto astronómico, el orden de los dioses o estrellas es casi el mismo que aparecerá posteriormente en las tablas Mul-Apin; durante el apogeo del poder babilónico (1500-1000 a.C.) el estudio de los astros se intensificó, resultando en observaciones cuyos registros -añadiendo constelaciones nuevas a las ya conocidas- han llegado intactos a la actualidad.

Del periodo cassita (1530-1160 a.C.) llamado así por la tribu de invasores procedentes de Irán que invadió Babilonia tras su destrucción por el rey hitita Murshil I y que asimilaron su cultura, procede gran parte de textos que hablan del saber astronómico de la época, uno de los textos más famosos que se pueden remontar a esa época son los conocidos como Enuma Anu Enlil que fueron encontrados en 70 tablillas de la biblioteca de Nínive, del rey asirio Asurbanipal (668-626 a.C.) aunque parece que fueron redactados bajo el rey babilonio Nabucodonosor I (1124-1103 a.C.) tienen más de 7000 observaciones de fenómenos celestes que se sumaron a los conocimientos astronómicos babilonios anterior a la época cassita, como las Tablas de Venus redactadas bajo Ammi-saduqa (1646-1626 a.C.) donde se recogían varias salidas y puestas de Venus, así como varios eclipses de Sol, que se han usado para fechar el reinado de Hammurabi y de la mayor parte de eventos en la Mesopotamia de esa época.







En los años 1350-1100 a.C. hacen su aparición las primeras representaciones clásicas de constelaciones, especialmente en los kudurrus (escritura con valor de acta) referida a donaciones de terrenos e inmuebles en beneficio de una comunidad o persona importante, en ellas se representan los dioses de la Mesopotamia bajo símbolos propios de cada uno, garantizando la validez del documento; en algunos de estos kudurrus los símbolos de los dioses aparecen siguiendo la distribución de las constelaciones en el cielo, se pueden ver algunas de las representaciones más antiguas confirmadas de las constelaciones Águila, Hidra, Escorpii, Taurus, Triángulus, Leo, Sagitarius, Capricornii y Aquarii; además, es en esta época, cuando se describen por primera vez las distintas estrellas asociadas a cada mes, así como las divisiones de la bóveda celeste, los trópicos de Cáncer (Sendero de Enlil) y de Capricornio (Sendero de Ea) delimitarían las tres zonas del mundo el Norte para Enlil, la región comprendida entre los trópicos para An, y la parte inferior para Ea; a cada división celeste le correspondería una división geográfica Enlil-Acad, An-Elam y Ea-Amurru, los astrónomos babilonios de esta época se vieron obligados a realzar el papel de Marduk (dios supremo de Babilonia) en la astronomía heredada de los sumerios y acadios, por lo que denominaron estaciones de Marduk (o de Júpiter, ya que éste era el planeta que se identificaba con el dios) a los equinoccios.



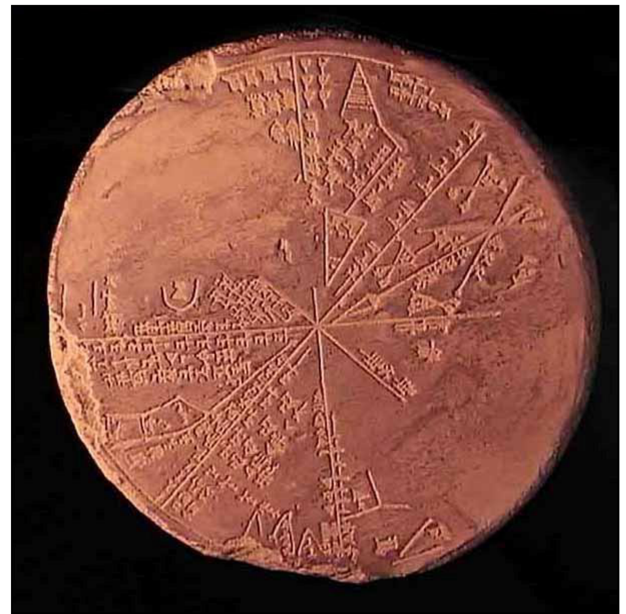
Tablas de Mul-Apin

En el período de dominación asiria (1100-612 a.C.) las observaciones ya eran mucho más sofisticadas, las tablas de Mul-Apin, en las que se catalogaron estrellas, planetas y constelaciones, se describieron los ciclos planetarios, se elaboraron tablas con los horarios de salida y puesta de distintos astros por el horizonte, y se describió por primera vez el Camino de la Luna las constelaciones que recorre la Luna en su trayectoria a través del firmamento, conocida ahora como El Zodíaco.

Las tablas de Mul-Apin es la principal fuente de conocimiento astronómico mesopotámico, la más antigua data de alrededor del año 687 a.C., en la lista se incluyen datos astronómicos aún más antiguos, pero es difícil determinar cuáles se remontan a la época sumeria y cuáles son del 1000 a.C., lo que si se puede asegurar es que esta compilación estelar desciende directamente de las listas de los llamados astrolabios de época anterior, los cálculos de las salidas heliacas de varias constelaciones han hecho proponer a muchos investigadores una fecha de origen más cercana al 2000 a.C.

Su nombre se debe a que la primera constelación que aparece es precisamente Mul-Apin (arado) todas las constelaciones llevan delante en caracteres cuneiformes el determinativo Mul (estrella) para identificarlas como tales, aunque la lista también incluye planetas, las estrellas están divididas según la tríada religiosa sumeria Estrellas de Enlil, dios del aire y los fenómenos atmosféricos, estrellas u objetos celestes situados al norte del Trópico de Cáncer -Sendero de Enlil-; Estrellas de Anu, dios del cielo, aquellas estrellas comprendidas entre los trópicos, siendo el Ecuador Celeste -Sendero de Anu-; Estrellas de Ea, dios de las aguas, aquellas estrellas situadas al sur del Trópico de Capricornio -Sendero de Ea-.

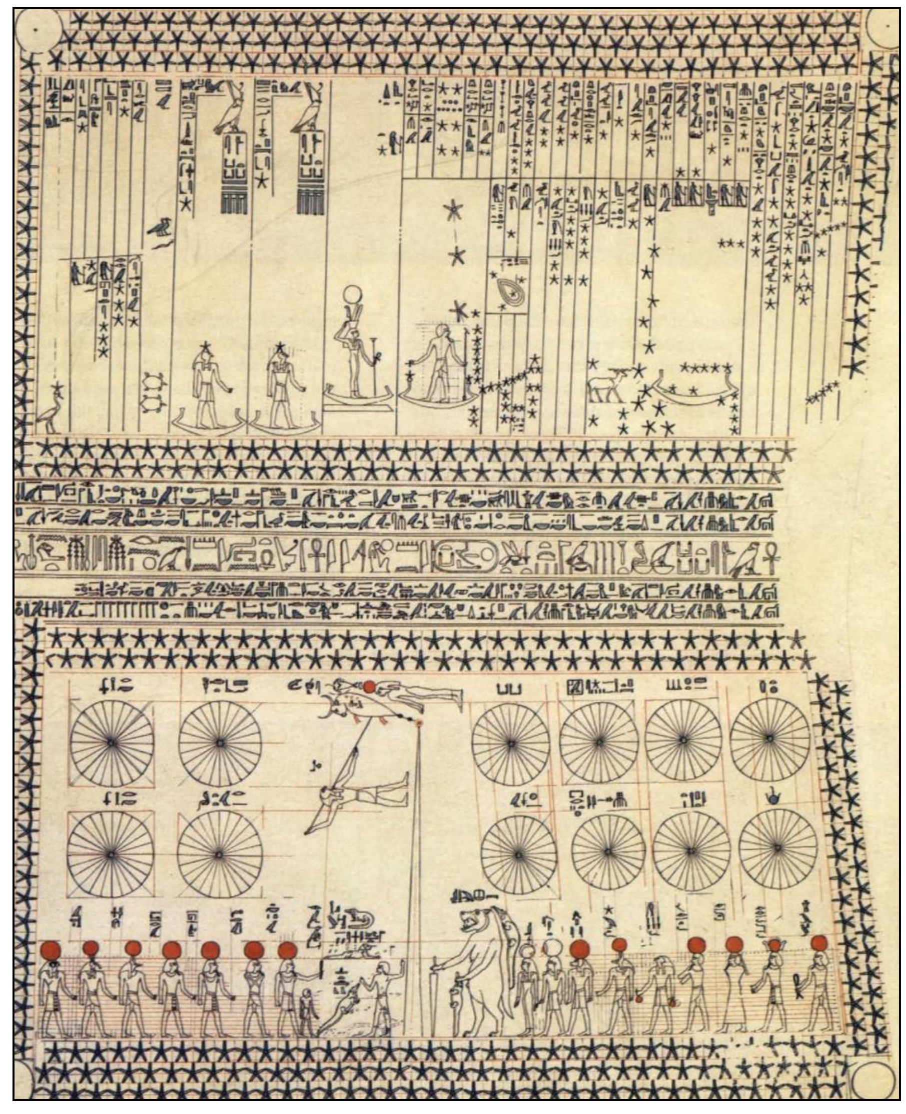
Dichas tablas incluyen entre otras cosas un catálogo de estrellas, 33 estrellas de Enlil, 23 de An y 15 de Ea, incluidos asterismos, constelaciones y planetas; fechas de salidas heliacas, los cálculos de estas fechas sugieren una redacción que se remonta a finales del Siglo II a.C.; pares de constelaciones que se hallan al mismo tiempo en el cénit y en el horizonte, según cálculos modernos, para el año 1000 a.C. (latitud 36º N, corresponde a Assur, la capital del Imperio Asirio); el "Camino de la Luna" (El Zodiaco) que aparece conformado por 18 constelaciones, algunas coincidentes con las 12 constelaciones zodiacales actuales, otras que en su forma incluyen a actuales constelaciones del zodíaco y las restantes compuestas en su totalidad o en parte de constelaciones actuales que no forman parte del zodíaco.



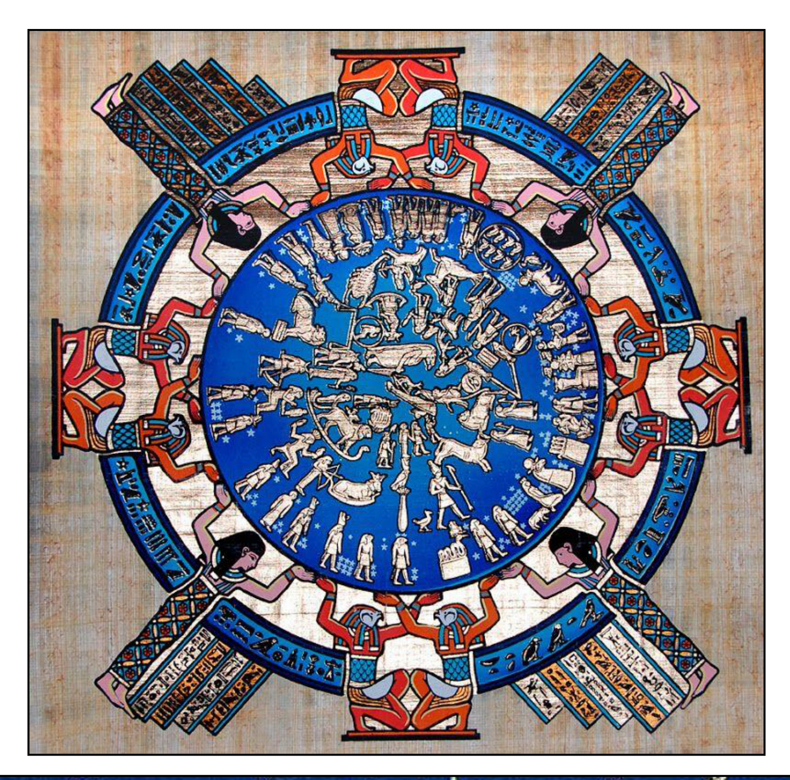


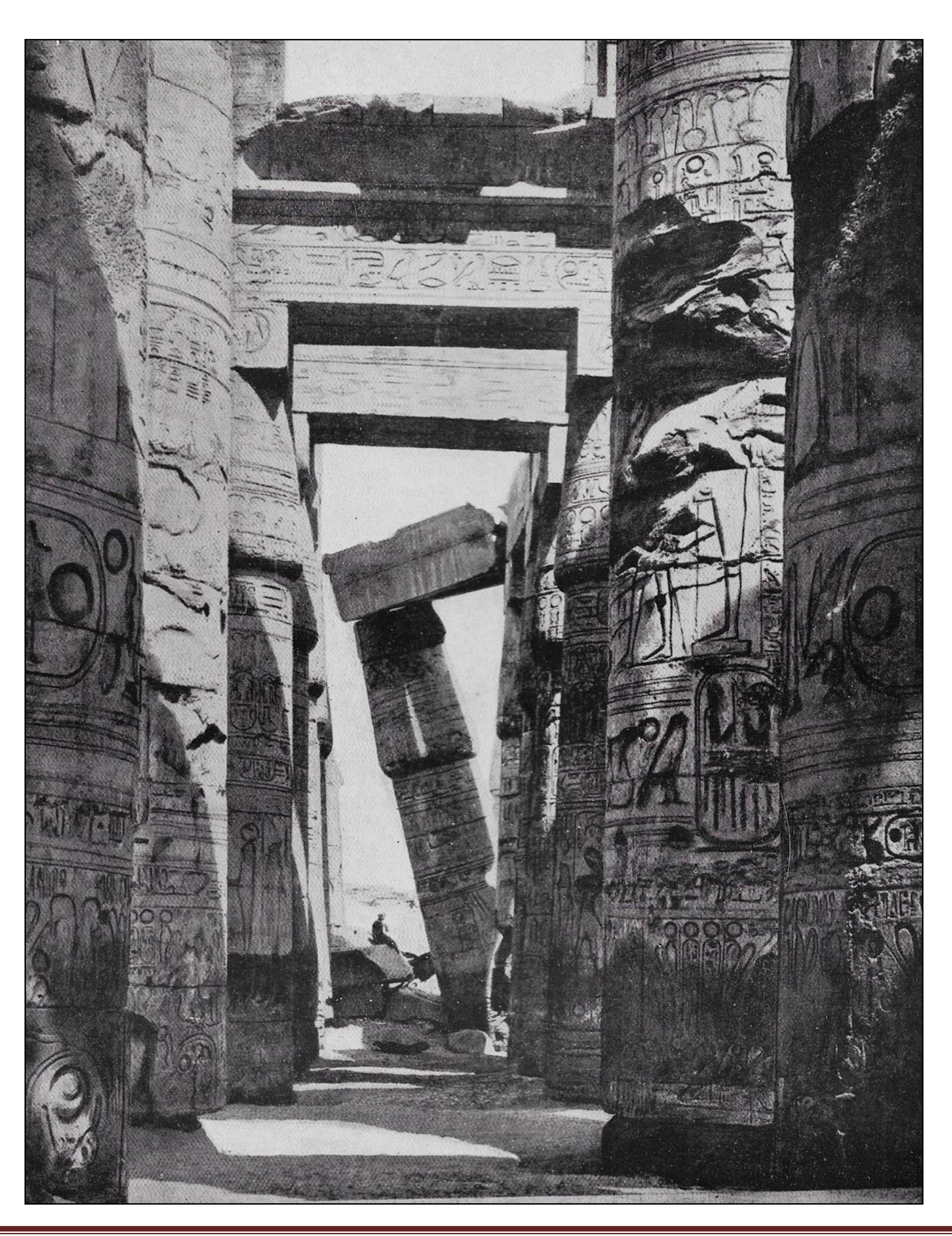
Egipto

Los egipcios también investigaron en el campo de la astronomía alcanzando importantes logros, establecieron la duración del año solar en 360 días divididos en 36 décadas, cada una de las cuales estaba presidida por una estrella, y al final se añadía 5 días destinados a festejos religiosos, completándose así el total de 365 días, sus conocimientos del cielo y la Tierra fueron bastante avanzados, determinaron la posición de los solsticios (puntos en los que el Sol alcanza su máxima altura sobre el horizonte) y construyeron sus pirámides de acuerdo con una exacta orientación astronómica.



Los métodos de observación empleados (estrictamente visuales) no le permitían al hombre reconocer que aquella inmensidad de puntos luminosos diseminados por toda la bóveda celeste eran realidad gigantescas esferas de gas incandescente semejantes a nuestro Sol, pero tan alejadas de nosotros que solamente eran visibles como una serie de minúsculas lucecitas desperdigadas por la inmensidad del firmamento, luego de largas y pacientes observaciones los astrónomos primitivos llegarían a la conclusión de que mientras la mayoría de aquellos puntos luminosos o estrellas, que divisaban en el cielo, mantenían unas posiciones fijas entre sí, había unos pocos que (rompiendo la regla general) se desplazaban lentamente cruzando entre las constelaciones, para diferenciarlos se les dio el nombre de planetas (errantes) cinco de estos cuerpos celestes ya eran conocidos por los egipcios y babilonios siendo bautizados con el nombre de dioses mitológicos, Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno, entrando a formar parte, junto con el Sol, Luna y Tierra, del Universo cosmogónico conocido en la antigüedad.





China

La astronomía china es considerada más antigua que la desarrollada en la antigua Europa y el Oriente Próximo, aunque es poco lo que se conoce sobre ella, y ha evolucionado de manera independiente, los expertos consideran que los chinos eran los observadores de fenómenos celestes más perseverantes y precisos de todo el mundo, incluso antes de los estudios astronómicos de los árabes medievales.

Los chinos consideraban que la estructura del Universo era como una fruta que colgaba de lo que se conoce en occidente como la estrella polar y describieron 284 constelaciones distribuidas en 28 casas, templos o cuadrículas que ocupaban todo el firmamento; en el 2357 a.C. habían desarrollado uno de los primeros calendarios solares, el primer registro de un eclipse solar data del 2137 a.C.; desde el 1766 a.C. utilizaban un calendario lunar con un ciclo de 19 años, en el 400 a.C. constataron la existencia de manchas solares, su descubridor Shi Shen catalogó en el año 350 a.C. 800 estrellas en el primer catálogo de estrellas, titulado Gan Shi Xing Jing; en el año 100 a.C. descubrieron la brújula, comparando su direccionamiento, aún incierto, con las posiciones solares y estelares.

Inicialmente concebían una tierra y un cielo planos, separados por 40000 Km, creían que el Sol (al que le calculaban un diámetro de unos 625 Km) giraba en el cielo excéntrico respecto de la vertical de China, de modo que, cuando se acercaba se hacía de día y, cuando se alejaba, de noche, esto no explicaba el tránsito solar por el horizonte, de forma que tuvieron que curvar tal concepción en dos semiesferas concéntricas, calculando el radio de la esfera terrestre en 30000 Km, no se conoce la forma de deducir tales dimensiones, tal vez la de la Tierra fuese consecuencia del cálculo de la curvatura de cada grado de su circunferencia.

China tuvo un número importante de observatorios pretelescópicos, como el Observatorio de Pekín, construido en el siglo XIII y equipado con una gran colección de instrumentos revolucionarios, tales como una esfera armilar, un cuadrante, un sextante y un teodolito.



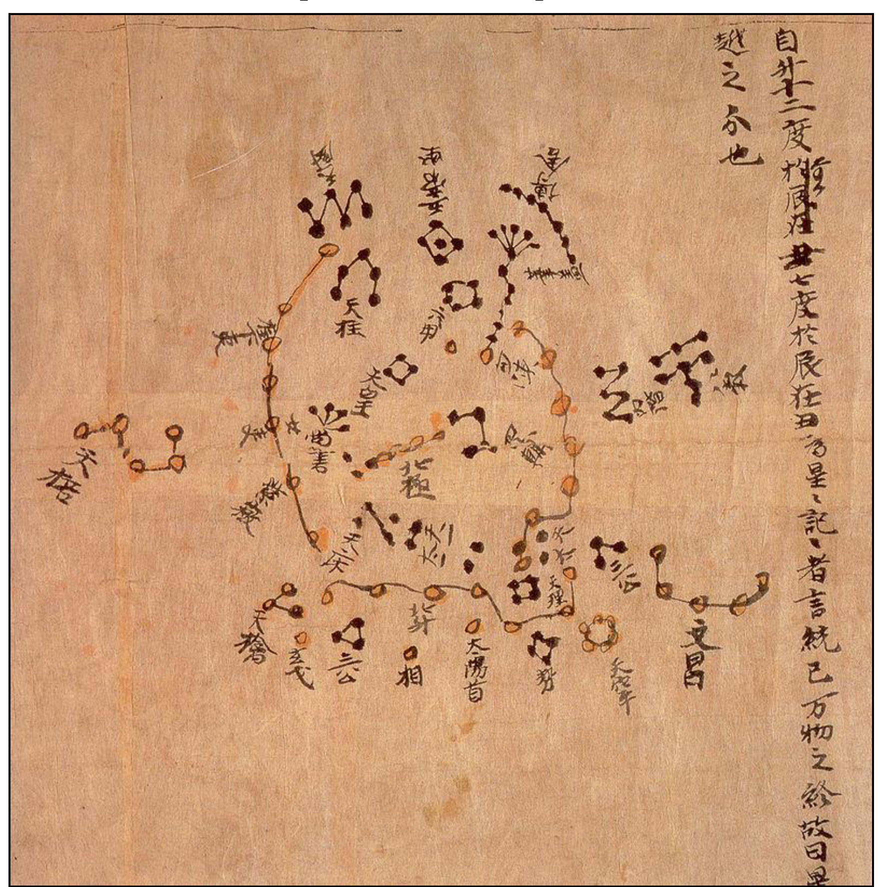
A partir del Siglo II se llega a una concepción totalmente esférica, a partir de la cual inventan la esfera armilar, formada por reglas anulares de cálculo y medición, que representan el recorrido celestial aparente de los distintos astros, vistos desde la Tierra, este instrumento fue también asumido por los científicos europeos dos siglos después de manera independiente.

Aún se desarrolló más la visión cósmica de los chinos, que llegaban a explicar que el Universo era una especie de huevo (cóncavo, lo que la asemeja a la concepción sumeria del Universo, heredada por los asirio-babilonios y asumida por el judaísmo, aunque los chinos no creían que flotase entre dos aguas, sumergido en ellas) cuya yema era la Tierra, aunque ellos la situaban en el centro, sola y pequeña, y no en un foco de la elíptica u ovoide.

Estos descubrimientos, se trastocaron a partir de la visión taoísta, según la cual, consecuencia de la contradicción entre el movimiento y la inmovilidad, el Yin y el Yang, y Lo Absoluto o Lo Infinito, con un sentido cósmico, el Universo estaba formado por fuego, tierra, metal, agua y madera, mutuamente generadores y mutuamente aniquiladores, y que, por todo ello, era amorfo, infinito y superficial, es decir, vacío en su interior.

En el año 336, el astrónomo Ju Jsi determinó la precesión de los equinoccios en 1° cada 50 años, en el año 635 concluyeron que la cola de los cometas siempre apunta en dirección opuesta a la situación relativa del Sol, en el 1006 observaron una supernova que se podía ver durante el día (lo que no ha vuelto a ocurrir desde entonces) en el año 1181 registraron la explosión de otra supernova, a partir de la cual se formó la Nebulosa del Cangrejo.

El filósofo Zhu Xi (1131-1200) concebía el Universo originado a partir de un caos primordial de materia en movimiento, cuya rotación hizo separar los elementos, los más pesados, como la Tierra, ocuparon el centro, y los más livianos los bordes, estableciendo una jerarquía, según sus pesos relativos, de las estrellas, el Sol, los planetas, la Luna, nubes, aves, árboles, mamíferos, reptiles e insectos reptantes.



India

Algunas de las primeras formas de astronomía pueden datarse del período de la civilización del valle del Indo, o antes, algunos conceptos cosmológicos están presentes en los Vedas, al igual que las nociones del movimiento de los cuerpos celestes y el curso del año; como en otras tradiciones, existió una estrecha asociación de la astronomía y la religión durante la historia temprana de la ciencia, siendo necesaria la observación astronómica por los requisitos espaciales y temporales de la correcta ejecución del ritual religioso, los Sutras Shulba, textos dedicados a la construcción del altar, discutían las matemáticas avanzadas y la astronomía básica; Vedanga Jyotisha es otro de los primeros textos indios conocidos sobre astronomía, incluye detalles sobre el Sol, la Luna, los nakshatras y el calendario lunisolar.

Las ideas astronómicas griegas comenzaron a ingresar a la India en el siglo IV a.C. tras las conquistas de Alejandro Magno; en los primeros siglos, la influencia indo-griega en la tradición astronómica es visible, con textos como Yavanajataka y Romaka Siddhanta; astrónomos posteriores mencionaron la existencia de varios siddhantas durante este período, entre ellos un texto conocido como Surya Siddhanta, que no eran textos fijos, sino más bien una tradición oral de conocimiento, y su contenido no existe, el texto hoy conocido como Surya Siddhanta data del período Gupta y fue recibido por Aryabhata.

La era clásica de la astronomía en la India comienza a fines de la era de Gupta, desde el Siglo V al VI, el Pañcasiddhāntikā de Varāhamihira (500) aproxima el método para determinar la dirección del meridiano desde cualquiera de las tres posiciones de la sombra usando un gnomon, en el momento de Aryabhata, el movimiento de los planetas era tratado como elíptico en lugar de circular, otros temas incluyeron definiciones de diferentes unidades de tiempo, modelos excéntricos de movimiento planetario, modelos epicíclicos de movimiento planetario y correcciones de longitud planetaria para varias ubicaciones terrestres.

Las divisiones del año se basaron en ritos religiosos y estaciones, la duración entre mediados de marzo y mediados de mayo se consideró primavera; mediados de mayo y mediados de julio verano; mediados de julio y mediados de septiembre lluvias, mediados de septiembre y mediados de noviembre otoño, mediados de noviembre y mediados de enero invierno, mediados de enero y mediados de marzo el rocío.

En Vedānga Jyotiṣa, el año comienza con el solsticio de invierno, los calendarios hindúes tienen varias épocas: el calendario hindú, contando desde el comienzo del Kali Yuga, tiene su época el 18-02-3102 a.C; el calendario Vikrama Samvat, introducido alrededor del Siglo XII, cuenta entre 56 y 57 a.C.

La Era Saka, utilizada en algunos calendarios hindúes y en el calendario nacional indio, tiene su época cerca del equinoccio vernal del año 78, el calendario Saptarshi tradicionalmente tiene su época en 3076 a.C.; el sistema más antiguo, en muchos aspectos la base del clásico, se conoce a partir de textos de aproximadamente 1000 a.C., divide un año solar aproximado de 360 días en 12 meses lunares de 27 (según el texto védico temprano Taittirīya Saṃhitā) o 28 días (según el Atharvaveda) la discrepancia resultante se resolvió mediante la intercalación de un mes bisiesto cada 60 meses, el tiempo fue calculado por la posición marcada en las constelaciones en la eclíptica en la que la Luna sale diariamente en el transcurso de una lunación (el período de Luna Nueva a Luna Nueva) y el Sol sale mensualmente en el transcurso de un año. Estas constelaciones miden cada una un arco de 13° 20′ del círculo eclíptico, las posiciones de la Luna eran directamente observables, y las del Sol inferidas de la posición de la Luna en la Luna Llena, cuando el Sol está en el lado opuesto de la Luna.

El primer texto astronómico fue creado por el astrónomo indú Lagadha, llamado Vedānga Jyotiṣa, detalla varios atributos astronómicos generalmente aplicados para cronometrar eventos sociales y religiosos, también detalla cálculos astronómicos, estudios de calendario y establece reglas para la observación empírica, dado que los textos escritos en el 1200 a.C. eran en gran parte composiciones religiosas, Vedānga Jyotiṣa tiene conexiones con la astrología india y detalla varios aspectos importantes del tiempo y las estaciones, incluidos los meses lunares, los meses solares y su ajuste por un mes lunar de Adhimāsa.

El astrónomo Aryabhata (476-550) autor del Āryabhatīya y Aryabhatasiddhanta, circuló principalmente en el N-O de la India y a través de la Dinastía Sāsānian (224-651) de Irán, tuvo una profunda influencia en el desarrollo de Astronomía islámica, su contenido se conserva hasta cierto punto en las obras de Varahamihira, Bhaskara I, Brahmagupta y otros; es uno de los primeros trabajos astronómicos para asignar el inicio de cada día a la medianoche Aryabhata mencionó explícitamente que la Tierra giraba alrededor de su eje, causando lo que parece ser un movimiento aparente de las estrellas hacia el O, en su libro, sugirió que la Tierra era una esfera, que contenía una circunferencia de 39900 Km y mencionó que la luz solar reflejada era la causa detrás del brillo de la Luna; los seguidores de Aryabhata fueron particularmente fuertes en el S de la India, donde se siguieron sus principios de la rotación diurna de la Tierra, entre otros, y una serie de obras secundarias se basaron en ellos.



El astrónomo Brahmagupta contribuyó con el Brahmasphuta-siddhanta (628) trataba tanto de la matemática india como de astronomía y tuvo un gran impacto en las matemáticas y la astronomía islámicas, en el Khandakhadyaka, reforzó la idea de Aryabhata de otro día a partir de la medianoche, también calculó el movimiento instantáneo de un planeta, proporcionando ecuaciones correctas para el paralaje, e información relacionada con el cálculo de eclipses; sus trabajos introdujeron el concepto indio de astronomía basada en las matemáticas en el mundo árabe, también teorizó que todos los cuerpos con masa eran atraídos por la tierra.

Varāhamihira fue un astrónomo y matemático que estudió astronomía india y los numerosos principios de las ciencias astronómicas griegas, egipcias y romanas, su Pañcasiddhāntikā era un tratado y compendio que se basaba en varios sistemas de conocimiento.

Bhāskara I (629) autor de las obras astronómicas Mahabhaskariya, un comentario sobre el Āryabhatīya escrito por Aryabhata; las longitudes planetarias, ascenso y establecimiento heliaco de los planetas, las conjunciones entre planetas y estrellas, eclipses solares y lunares, y las fases de la Luna están entre los temas que Bhāskara discute en sus tratados astronómicos, las obras de Bhāskara I fueron seguidas por Vateśvara (880), quien ideó métodos para determinar directamente la paralaje en longitud, el movimiento de los equinoccios y los solsticios, y el cuadrante del Sol en un momento dado.

En el Siglo VIII, el astrónomo Lalla fue el autor del Śisyadhīvrddhida, que corrige varios supuestos de Āryabhata, éste se divide en dos partes: Grahādhyāya (Cap. I-XIII) que se ocupa de los cálculos planetarios, determinación de los planetas medios y verdaderos, problemas relacionados con el movimiento diurno de la Tierra, eclipses, levantamiento y configuración de los planetas, las diversas cúspides de la Luna, conjunciones planetarias y astrales y situaciones complementarias del Sol y la Luna.

La segunda parte, titulada Golādhyāya (cap. XIV-XXII) trataba sobre la representación gráfica del movimiento planetario, instrumentos astronómicos, haciendo hincapié en correcciones y rechazo de los principios defectuosos, Lalla muestra influencia de Āryabhata, Brahmagupta y Bhāskara I, sus obras fueron seguidas por astrónomos posteriores como Śrīpati, Vateśvara y Bhāskara II, también fue autor del Siddhāntatilaka.

El astrónomo Bhāskara II (1114) autor del Siddhāntaśiromaṇi e informó sobre sus observaciones de posiciones planetarias, conjunciones, eclipses, cosmografía, geografía, matemáticas y equipo astronómico utilizado en sus investigaciones en el Observatorio en Ujjain; Śrīpati (1045) astrónomo y matemático que siguió a la escuela Brahmagupta y fue autor del Siddhāntaśekhara, introduciendo varios conceptos nuevos.

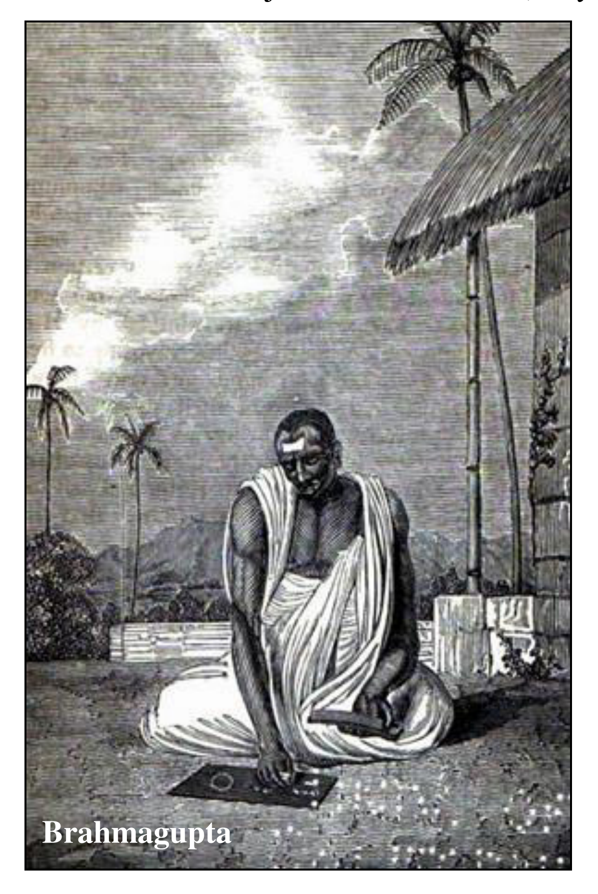


En el Siglo XIV, Mahendra Suri fue autor del Yantra-rāja, una obra sánscrita sobre el astrolabio, introducida en la India durante el reinado del gobernante de la Dinastía Tughlaq del Siglo XIV, Firuz Shah Tughluq (1351-1388), Suri parece haber sido un astrónomo jainista al servicio de Firuz Shah Tughluq, el verso 182 Yantra-rāja menciona el astrolabio desde el primer capítulo en adelante, y también presenta una fórmula fundamental junto con una tabla numérica para dibujar un astrolabio, aunque la prueba en sí no ha sido detallada, también menciona longitudes de 32 estrellas, así como sus latitudes, explicó el Gnomon, las coordenadas ecuatoriales y las coordenadas elípticas, las obras de Suri pudieron haber influido en astrónomos posteriores como Padmanābha (1423), autor del Yantra-rāja-adhikāra, el primer capítulo de su Yantra-kirnāvali.

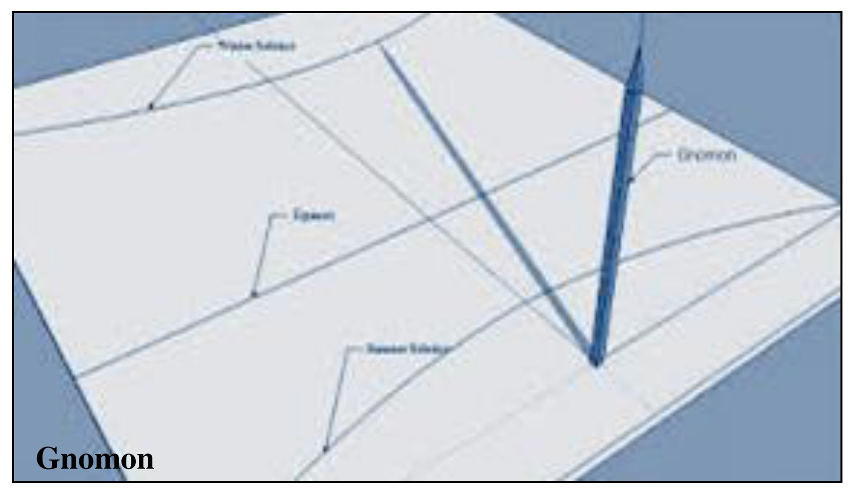
En 1500, Nilakanthan Somayaji de la escuela de astronomía y matemáticas de Kerala, en su Tantrasangraha , revisó el modelo de Aryabhata para los planetas Mercurio y Venus, su ecuación del centro para estos planetas siguió siendo la más precisa hasta la época de Johannes Kepler en el siglo XVII, el astrónomo Nilakanthan Somayaji, en su Aryabhatiyabhasya (un comentario sobre Aryabhatiya de Aryabhata), desarrolló su propio sistema computacional para un modelo planetario parcialmente heliocéntrico, en el que Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno orbitaban alrededor del Sol, que a su vez orbitaba alrededor de la Tierra (sistema tónico más tarde propuesto por Tycho Brahe a fines del siglo XVI), el sistema de Nilakantha, era matemáticamente más eficiente que el sistema de Brahe, debido a que tenía en cuenta correctamente la ecuación del centro y el movimiento latitudinal de Mercurio y Venus; la mayoría de los astrónomos de la escuela de astronomía y matemáticas de Kerala que lo siguieron aceptaron su modelo planetario, también fue autor de un tratado titulado Jyotirmimamsa que enfatizaba la necesidad y la importancia de las observaciones astronómicas para obtener los parámetros correctos para los cálculos.

Acyuta Pisārati, fue el autor del Sphutanirnaya, donde detallaba una corrección elíptica a las nociones existentes, el Sphutanirnaya luego se expandió a Rāśigolasphutānīti, otro trabajo, Karanottama trata sobre eclipses, relaciones complementarias entre el Sol y Luna y derivación de los planetas medio y verdadero, en el Uparāgakriyākrama, Pisārati sugiere mejoras en los métodos de cálculo de eclipses.

Entre los dispositivos utilizados para el estudio de la astronomía antigua en la India, se encontraba el gnomon, conocido como Sanku, en el que la sombra de una barra vertical se aplicaba en un plano horizontal para determinar las direcciones cardinales, latitud del punto de observación y el tiempo de observación, este dispositivo encuentra mención en los trabajos de Varāhamihira, Āryabhata, Bhāskara, Brahmagupta, entre otros.



Brahmagupta



Gnomon

El dispositivo conocido como Yasti-yantra fue utilizado en la época de Bhaskara II, podía variar desde un simple palo hasta bastones en forma de V, fueron diseñados para determinar ángulos con la ayuda de una escala calibrada, se usó en la India con fines astronómicos hasta tiempos recientes.



La esfera armilar se usó para la observación en la India desde los primeros tiempos, y se menciona en los trabajos de Āryabhata; el Goladīpikā, un tratado detallado sobre globos y la esfera armilar, fue compuesto por el astrónomo Parameśvara entre los años 1380-1460; la esfera armilar india se basaba en coordenadas ecuatoriales, a diferencia de la esfera armilar griega, que se basaba en coordenadas eclípticas, aunque el la esfera armilar india también tenía un aro eclíptico.

Esfera armilar

Era un modelo reducido del Cosmos desde la perspectiva terrestre, inventado de manera independiente en la Antigua Grecia y la Antigua China aunque se desconocen sus autores específicos, era un instrumento astronómico utilizado para la determinación de la posición de los cuerpos celestes, posteriormente, su uso se circunscribió a la enseñanza de la astronomía y la navegación, su construcción requería de numerosas y minuciosas observaciones durante siglos sobre el movimiento aparente de los astros en torno a la Tierra.

El instrumento estaba constituido por un conjunto de armillas (anillos, brazaletes o argollas) que le daba su nombre, armilar, en el centro de todo este ingenio se colocaba a la Tierra, representada por una pequeña bola, el anillo graduado más externo representa el plano del horizonte del lugar, que llevaba marcados los cuatro puntos cardinales, el perpendicular a este, y también graduado, era el círculo meridiano, asimismo, otros dos anillos hacían las funciones de ecuador celeste (perpendicular al eje N-S) y de eclíptica o banda zodiacal (relativa al Zodiaco) que mostraba el recorrido del Sol a lo largo de todo el año, la inclinación entre ambos era de 23,5º, que presenta el eje de rotación de la esfera terrestre con respecto al plano de su órbita en una perspectiva heliocéntrica.

Los trópicos y círculos polares, paralelos a la eclíptica, también se encontraban habitualmente representados, las armillas de la esfera se articulaban entre sí, lo que permitía simular el movimiento aparente anual y diario del firmamento, de esta manera, se podía hacer bascular el círculo meridiano hasta conseguir que el polo N de la esfera apunte al polo Norte del lugar, lo que permitía conocer la latitud y ajustar el aspecto del firmamento para observadores situados en cualquier punto de la Tierra, girado todo el sistema alrededor del eje de los polos se reproducía el movimiento diario del firmamento, y así se podía conocer el punto por el que salía y se ponía un astro y el tiempo que se encontrara visible sobre el horizonte.

Algunas esferas armilares incluyeron anillos para situar en el cielo la Luna y los distintos planetas, lo cual puede hacer excesivamente complejo el sistema.





Grecia

Los griegos antiguos llamaron al cielo nocturno Kosmos, que entre muchos significados incluye el de Joya, para explicar toda la belleza que veían en las estrellas; en su traducción latina, esta palabra pasó a significar Mundo y en algunos casos Orden.

En Egipto y Mesopotamia la astronomía estaba estabilizada simbólicamente apoyándose en la visión mitológica que estos pueblos poseían, los agentes que creaban el mundo y lo ordenaban eran dioses y otras fuerzas sobrenaturales, en Grecia, en cambio, se atribuyó el origen de todo a elementos de carácter físico (tierra, agua, fuego y aire) estas primeras culturas tenían una orientación más técnica que teórica, los griegos preferían por su parte la especulación filosófica y no el ejercicio más práctico de la ciencia.

Debido a esto, y a la estabilización tan fuerte realizada por Platón y Aristóteles a favor del saber teorético, se creó un prejuicio contra la técnica que llega hasta nuestros días, la cosmología es una extrapolación de la cultura tecnológica, los Jonios, se inspiraron en sus técnicas de transformación y por eso utilizaban tres de los elementos clásicos: el agua, la tierra y el aire; su cosmología era, por lo tanto, artesanal, los griegos, en cambio, al conocer la metalurgia, incorporaron el fuego a esta lista, tal como puede verse en la Teogonía de Hesiodo, muchas de las teorías sobre el origen del Cosmos estaban basadas en analogías con técnicas de diverso tipo: ópticas, geométricas y otras.

Los sabios de la Antigüedad, como Anaximandro, Tales de Mileto, Anaxímedes, entre otros, destacaban también por sus virtudes técnicas, siendo autores de inventos de especial relevancia, los sofistas valoraban la técnica; además, en contra de lo que creía Platón, opinaban que la sabiduría debía enseñarse al pueblo y no sólo a un grupo reducido de elegidos, como hacían los pitagóricos.

Platón crea su teoría de las Ideas dando lugar a un sistema estabilizador de una potencia pocas veces igualada, gracias a él consigue imponerse sobre sus adversarios dejando una gran huella en la filosofía de la ciencia que sólo hoy comienza a cicatrizar con el fin de lo que algunos investigadores han llamado el Mito de la Teoría; Platón se propone explicar todos los fenómenos astronómicos con un sistema matemático a priori en el que cupiese todo lo acaecido en el cielo.

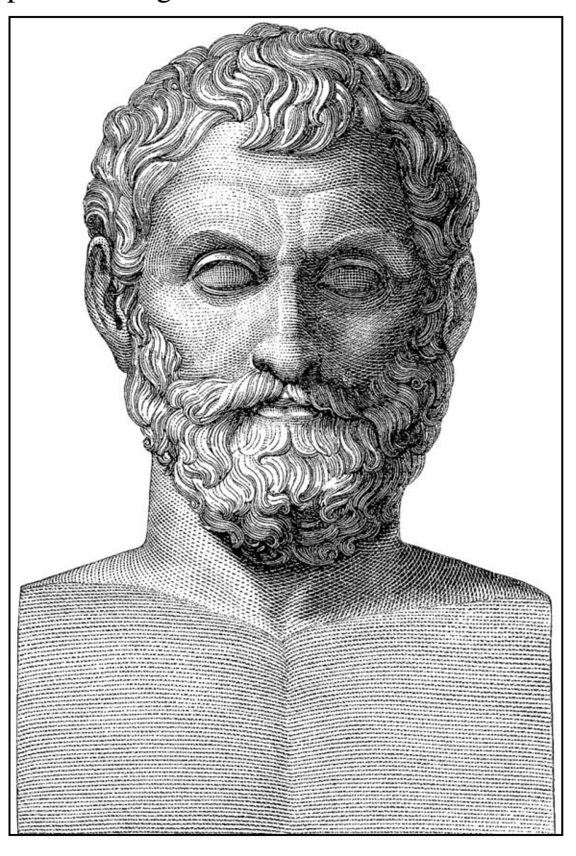
Para este filósofo la cultura anterior no era ciencia, ya que la Sophía versaba sobre las ideas; siendo el único conocimiento posible del mundo sensible, el saber técnico pertenecía a un ámbito inferior de conocimiento; esto explicaba que los griegos no destacaran en la observación astronómica, donde se limitaron a adoptar solo los conocimientos egipcios y mesopotámicos, su aportación era más simbólica e interpretativa que práctica.

Destaca especialmente, debido a su claridad y alto poder de persuasión, el símil de la línea, que se encuentra en "La república"; en él se divide el conocimiento posible en dos mundos, el visible y el inteligible; el primero correspondería a la Doxa y el segundo a la Episteme, el hecho de que la geometría sí sea ciencia explicaba el intento de matematización de la Escuela Platónica en la astronomía, proyecto llevado a cabo por Eudoxo de Cnido y que culminó en la obra de Ptolomeo conocida como Almagesto.

Según Aristóteles la ciencia trataba sobre universales extraídos de la experiencia; pero la vida contemplativa continuaba considerándose como superior, en el "De caelo" crea una cosmovisión basada en dos mundos, y recuerda a la división platónica, los mundos Sublunar y Supralunar; recurriendo a hechos empíricos y adoptando las observaciones de Calipo y Eudoxo de Cnido.

Tales de Mileto

Filósofo, matemático, geómetra, físico y legislador, nació en el año 624 a.C., vivió y murió en Mileto, polis griega de la costa jonia (hoy en Turquía) Aristóteles lo consideró como el iniciador de la escuela de Mileto, a la que pertenecieron también Anaximandro (su discípulo) y Anaxímenes, en la antigüedad se le consideraba uno de los Siete Sabios de Grecia, no se conserva ningún texto suyo y es probable que no dejara ningún escrito a su muerte, desde el siglo V a.C., se le atribuyen importantes aportes en el terreno de la filosofía, matemática, física, astronomía, así como un activo papel como legislador en su ciudad natal.



Tales de Mileto fue el primer pensador griego que se interesó por la astronomía, visitó Egipto y Mesopotamia conociendo de primera mano la astronomía babilónica; de esta forma logró recopilar una serie de conocimientos que le ayudaron a predecir eclipses (uno de ellos en el transcurso de una batalla)

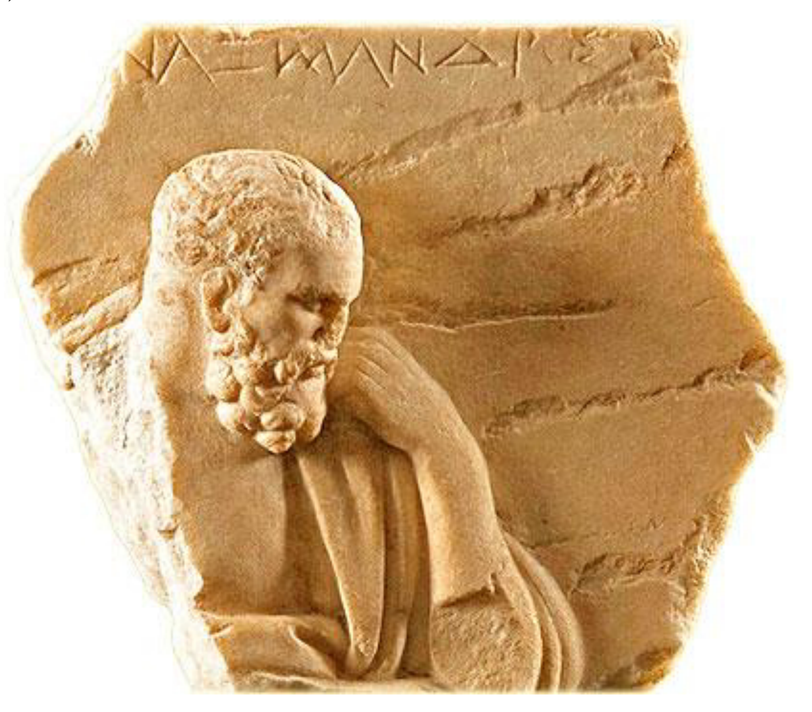
A menudo, Tales es reconocido por romper con el uso de la mitología para explicar el mundo y el Universo, cambiándolo en su lugar por explicaciones naturales mediante teorías e hipótesis naturalistas, considerado el iniciador de la especulación científica y filosófica griega y occidental, aunque su figura y aportaciones están rodeadas de grandes incertidumbres.

Como la mayoría de filósofos presocráticos, Tales de Mileto explicó que el principio originario de la materia y la naturaleza era una única sustancia última, el agua.

Según sus teorías, la Tierra estaba ubicada en el centro del firmamento y los demás astros giraban a su alrededor sostenidos en el cielo mediante esferas transparentes y concéntricas, este sistema recibió el nombre de geocéntrico, Tales de Mileto también sostenía que la tierra era una especie de isla que flotaba sobre el agua de forma parecida a un leño y por ello la tierra a veces temblaba, al no estar sostenida sobre unas bases fijas si no que como estaba flotando sobre el agua, esta la hacía tambalearse.

Anaximandro

Anaximandro nació hacia el año 610 a.C. en Mileto, situada unos 80 Km al S de la actual Esmirna, por aquel entonces la ciudad no solo era un rico y cosmopolita enclave comercial de más de 100000 habitantes, sino también un importante centro cultural y espiritual; era una polis griega independiente sin ningún gobernante feudal con prerrogativas divinas, sus ricos mercaderes establecieron colonias en el Mar Negro, en la Naucratis egipcia y en el Mediterráneo Occidental, comerciaban con babilonios, fenicios y otros pueblos del Mediterráneo, Anaximandro fue también un viajero, participó en la fundación de Apolonia, la antigua colonia griega en el Mar Negro, Mileto era frecuentada por artistas y estudiosos provenientes de otras ciudades griegas, fenicias y babilónicas, lo que propició un intercambio constante no solo de bienes, sino también de ideas.



Anaximandro tenía 26 años cuando, el 28-05-585 a.C., tuvo lugar en el Mediterráneo un eclipse total de Sol, la particularidad del eclipse fue que había sido predicho por Tales de Mileto, quien probablemente se sirviese para ello del ciclo de Saros, de unos 18 años de duración y en que los eclipses de Sol y Luna se suceden de manera regular.

Según relataría más tarde Herodoto, la predicción del eclipse por Tales puso fin a la larga guerra que lidios y medos habían librado durante años, mientras que a los lidios fueron avisados por Tales, los medos interpretaron el eclipse como una señal hostil de los dioses, lo que les llevó a retirarse del campo de batalla pese a gozar de una considerable superioridad militar.

Anaximandro se convirtió en el discípulo y compañero de Tales de Mileto, interesándose por las matemáticas y la navegación, Tales había llegado a la conclusión de que el agua era el origen de todo lo existente y que la corteza terrestre flotaba sobre los océanos, influenciado por sus observaciones celestes y posiblemente por los avances técnicos en arquitectura, Anaximandro llegó a conclusiones muy distintas de las de su maestro. Aunque la obra en que Anaximandro plasmó sus ideas sobre la naturaleza no nos ha llegado en su versión original, ha sido citada a menudo por varios eruditos posteriores, gracias a lo cual podemos extraer las que probablemente fuesen sus ideas principales.

Según una de las descripciones de sus enseñanzas “La Tierra está en lo alto y nada la sostiene; se mantiene en reposo por su equidistancia de todas las cosas, su forma es curva, redonda, semejante a un fuste de columna” Anaximandro imaginaba una tierra con forma cilíndrica, como la columna de un templo griego, la cual flotaba en el centro del Cosmos y en torno a la cual giraban los astros, la proporción entre la altura y el diámetro de dicha columna era de uno a tres, tales proporciones eran las mismas que exhibían las columnas del templo de Apolo en Mileto, la imagen de una Tierra flotando en el cosmos constituye la principal contribución del milesio a la imagen moderna del mundo, si bien, milenios antes de Anaximandro, los astrónomos chinos, babilonios y egipcios ya habían comenzado a investigar los movimientos celestes, ninguno de ellos llegó a formular una teoría tan sencilla y revolucionaria como la suya.

En las representaciones mitológicas de todas las civilizaciones anteriores, el disco terrestre siempre se suponía sostenido por algo, ya se tratase de columnas gigantescas, montañas, agua o elefantes, reflejando la experiencia cotidiana, según la cual todo objeto en equilibrio debía siempre descansar sobre algo, pues de lo contrario caería irremisiblemente, por tanto, lo mismo debía ocurrir con el pesado disco terrestre. La idea de Anaximandro, sin embargo, los astros podían orbitar en torno a la Tierra sin chocar contra ningún soporte, sin necesidad de navegar en barcos celestes de ningún tipo y sin tener que sumergirse al atardecer para volver a salir cada mañana por el lado opuesto.

Por aquel entonces se pensaba que, por encima de la superficie terrestre, se elevaban las esferas divinas, Anaximandro también se aventuró a formular explicaciones naturales para fenómenos como las nubes, la lluvia y los truenos, para él, todos los procesos que tenían lugar por encima de la superficie de la Tierra, desde la lluvia hasta los movimientos celestes, pertenecían al dominio de la meteorología (en griego meteoro significa "elevado en el aire" Anaximandro consideraba que todos los astros flotaban en el aire, para él (al igual que para Aristóteles), la disciplina que hoy llamamos astronomía formaba parte de la meteorología.

El filósofo y teólogo cristiano Hipólito cita así las hipótesis de Anaximandro: "Los vientos surgen cuando se separan los vapores más sutiles del aire y se ponen en movimiento al juntarse; las lluvias nacen del vapor que brota de las cosas que están debajo del Sol, y los relámpagos, cuando el viento, al escaparse, escinde las nubes", el movimiento de los astros lo explicaba Anaximandro como resultante de gigantescos círculos y cilindros de fuego que giraban en torno a la Tierra, en ciertos lugares, ese fuego se dejaba ver a través de pequeños orificios.

Para Anaximandro, el origen de las estrellas como círculos de fuego tuvo lugar por disgregación del enorme fuego originario del Cosmos, tras lo cual habrían quedado atrapados por el aire; más allá de la representación del Sol y la Luna en forma de ruedas de fuego, en la época de Anaximandro no había ninguna estrella brillante que permaneciese fija en el polo celeste (la estrella Polar, hoy muy estable en dicha posición, no se hallaba entonces tan próxima al polo) no resulta tan extraño que, al contemplar el firmamento nocturno, se percibiese un eje de rotación cilíndrico o eje del mundo, puede que a esa idea de un cilindro de estrellas en rotación contribuyese también la banda de la Vía Láctea, si bien esta no aparece en ninguna de las fuentes que citan su obra, tal vez la considerase una nube cósmica relativamente cercana a la Tierra, Anaximandro también pensó sobre la distancia a la que se encontraban los distintos cuerpos celestes, el más alejado era el Sol, al que seguían la rueda de fuego de la Luna, las estrellas y, por último, los planetas.

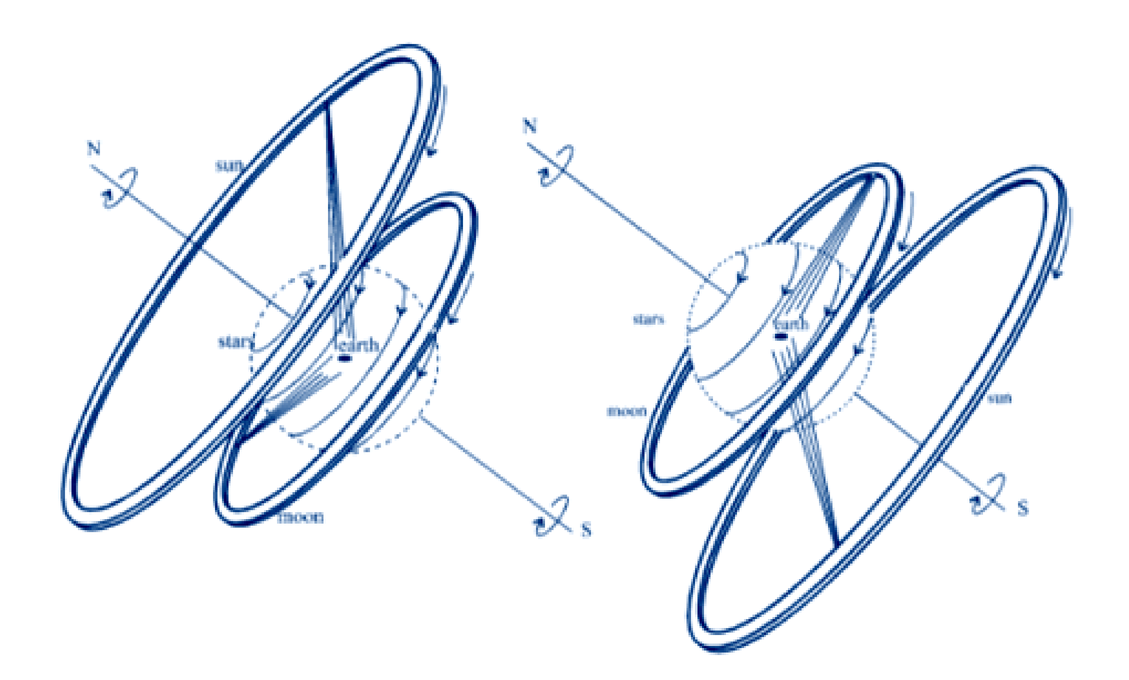
Anaximandro se animó sobre la distancia a la que se encontraban los distintos cuerpos celestes, el más alejado era el Sol, al que seguían la rueda de fuego de la Luna, las estrellas y, por último, los planetas, dado que el Sol estaría asociado al fuego más caliente, este debería ser también el astro más lejano, según el mismo razonamiento, después vendrían la Luna y las estrellas, en la cosmología de Anaximandro, las ruedas de fuego correspondientes al Sol y la Luna eran tubos huecos cuyas paredes estaban formadas por nubes opacas arremolinadas.

Hipólito cita así la descripción de Anaximandro sobre los círculos de fuego: "Hay espiraciones, ciertos pasos en forma de tubo, por los que se muestran los cuerpos celestes; por eso, cuando se cierran los orificios de espiración, tienen lugar los eclipses. La Luna aparece unas veces creciente y otras menguante según el cierre o abertura de los pasos", Anaximandro habría imaginado dichos orificios de manera similar a las aberturas de las grandes fraguas de metal de la época, a través de las cuales podía verse el metal candente, de tales consideraciones se desprende que, con su teoría sobre la visibilidad de los astros, Anaximandro había hallado al mismo tiempo una explicación para la dinámica del Cosmos.

Suponía que todo el universo se encontraba lleno de aire; los rayos solares evaporaban durante el día agua del mar, la cual ascendía en forma de vapor hasta las estrellas, la Luna y el Sol para alimentar su fuego, que situase a la Luna más allá de las estrellas revela que jamás vio la ocultación de una estrella por parte de nuestro satélite, estimó la distancia entre la Tierra y las estrellas en 9 diámetros terrestres; la rueda de fuego de la Luna se situaría a 18, y la del Sol, a 27, introduciendo el valor que asignaba al diámetro de la Tierra (5000 Km) obtenemos que el cilindro de las estrellas se encontraría a 45000 Km; el círculo de la Luna a 90000 y el del Sol, a 13000, por lo que se refiere a la distancia a la Luna, su cálculo solo erraba en un factor cuatro, en todo caso, lo más extraordinario de la escala de distancias cósmicas de Anaximandro no son sus valores concretos, sino el hecho de que, por primera vez en la historia, alguien formulase una hipótesis cuantitativa sobre las longitudes y características del cosmos.

Anaximandro llevó su cosmología un paso más allá, pretendió explicar el origen y el futuro del universo, también aquí se desligó de las tesis de su maestro Tales, quien sostenía que el principio de todo lo existente era el agua, para Anaximandro, el principio de todas las cosas existentes era lo indefinido, una sustancia de la que todo se crea y en la que todo perece, la voz griega empleada por Anaximandro era ápeiron (lo que no tiene fronteras, lo infinito o lo inconmensurable) pero también se podía traducir en lo indestructible, en lugar de recurrir a alguna de las sustancias conocidas como la tierra, agua, fuego o el aire, Anaximandro asociaba el origen del mundo a un concepto completamente abstracto, probablemente, porque intuía que ninguna de las sustancias habituales podría contener la energía suficiente para explicar el origen del cosmos; con él designaba una nueva esencia, infinita, a partir de la cual se habrían originado el cielo y todos los espacios cósmicos que este alberga. Según un texto atribuido tradicionalmente a Plutarco, Anaximandro escribió que del ápeiron nació "una esfera de llama en torno al aire que circunda la Tierra, como la corteza en torno a un árbol; cuando la esfera se rompió en trozos y se cerró en ciertos círculos, se formaron el Sol, la Luna y las estrellas".

El cosmos de Anaximandro era puramente geocéntrico, por lo que el nacimiento del Universo habría tenido lugar desde la propia Tierra, consideraba que el fuego y el agua eran sustancias resistentes que, poco después de la aparición de la Tierra primitiva, se habrían comprimido, luego de una violenta explosión, se separaron, el agua permaneció en la Tierra, el fuego ascendió a las esferas celestes y dio lugar a las estrellas, la Luna y el Sol, teorizó sobre el futuro del Cosmos, pensaba que el agua de la Tierra iría desapareciendo poco a poco por efecto de los rayos del Sol, según el "el mar está disminuyendo por estarse secando, y que terminará por secarse del todo"



Biblioteca de Alejandría

Demetrio de Falera, sugirió a Ptolomeo I Soter la idea de crear un centro de investigación en Alejandría, al que se debía llamar museo y una biblioteca, Soter inició la obra en el año 290 a.C. y la tarea fue culminada por Ptolomeo II, en cuyo reinado tanto la biblioteca como el museo alcanzaron su máximo esplendor.

La Biblioteca de Alejandría contenía colecciones de papiros de distintos países y escritas en distintas lenguas, principalmente en las distintas lenguas del Mediterráneo, el Oriente Medio y la India, se cree que entre 500000 y 700000 rollos de papiro formaron parte de la colección de la biblioteca, y para hacerse cargo de todo ello, había alrededor de 100 empleados.

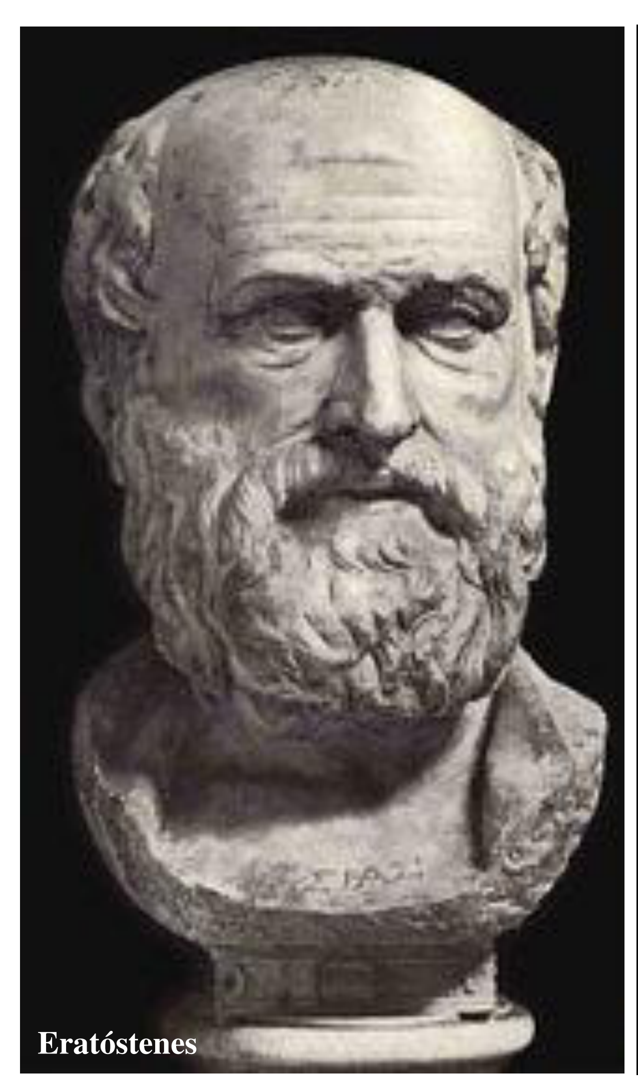
Había además 10 laboratorios dedicados a la investigación, en sus salas se estudiaba literatura, matemáticas, historia, filosofía, geografía, astronomía, física, medicina, biología e ingeniería, observatorios astronómicos y un zoológico con distintas especies de animales.

Sin embargo, por lo que conocemos hoy en día la biblioteca era porque los gobernantes de la época se empeñaron en que fuera el lugar que acogiera la mayor colección de volúmenes de la historia, lo consiguieron enviando a emisarios a muchas otras bibliotecas del mundo para comprar, y en ocasiones robar, ejemplares y papiros, incluso, copiaron todos los documentos que encontraban en las embarcaciones que llegaban hasta el puerto de Alejandría para almacenarlas en la biblioteca.

Además de la gran colección de papiros con conocimiento de todo el mundo, había nombres muy importantes en sus centros de investigación, entre ellos **Eratóstenes**, quien fue el bibliotecario jefe, fue el primero en medir la circunferencia de la Tierra, **Hipatia**, filósofa, astrónoma y matemática, y además se convirtió en la directora de la escuela platónica de Alejandría, mujer destacable para una época en la que solo los hombres tenían acceso a la investigación y difusión del saber; **Hiparco**, considerado el padre de la astronomía, cartografió las constelaciones y estimó el brillo de las estrellas; **Euclides**, matemático griego considerado el padre de la geometría; **Ptolomeo**, uno de los mejores astrónomos de su tiempo, creó las bases de la astronomía actual; Dionisio de Tracia, el hombre que definió las partes del discurso y que hizo en el estudio del lenguaje; Herófilo, fisiólogo que estableció, de modo seguro, que es el cerebro y no el corazón la sede de la inteligencia; Herón de Alejandría, inventor de cajas de engranajes y de aparatos de vapor, y autor de "Autómata" la primera obra sobre robots; Apolonio de Pérgamo, matemático que demostró las formas de las secciones cónicas, elipse, parábola e hipérbola, las curvas que como sabemos actualmente siguen en sus órbitas los planetas, los cometas y las estrellas; Arquímedes, el mayor genio mecánico hasta Leonardo de Vinci; y el astrónomo y geógrafo

En la actualidad no existen restos arqueológicos que atestigüen qué pudo pasarle, por lo que la teoría más aceptada es que desapareció a causa de un incendio, una teoría acusa a Julio César, que, se cree que, en su persecución a su rival Pompeyo, pasó por Alejandría y allí decidió, por amor a la reina Cleomatra, hermana de Ptolomeo XII, tomar el reino y entregárselo a su amada, aniquilando a todos los tutores del antiguo rey, sin embargo, se le escapó uno y, decidido a no dejar a ninguno vivo, ordenó quemar todos los barcos, incluido el suyo, así no podría escapar por el mar, **el fuego originado fue tal que se expandió y alcanzó a la biblioteca**, acabando no con su totalidad, sino con gran parte de ella, entre 40 y 400 mil volúmenes pudieron quemarse, asestando así un duro golpe del que no pudo recuperarse, otra teoría es la época de los primeros emperadores romanos, la biblioteca tuvo que enfrentarse a saqueos **por parte de las tropas romanas** haciendo inviable la supervivencia de la misma, también se apunta a las distintas guerras con otros pueblos, se cree que el fin de este centro de saber ocurrió alrededor del año 391 y al menos **40 mil volúmenes fueron salvados y llevados al templo de Serapeo,** una biblioteca menor, aunque su destino hoy en día es incierto, ya que este templo fue atacado por invasores en varias ocasiones, dañándolo y destruyendo sus colecciones.

En la Biblioteca se forjarían los astrónomos más notables de toda la antigüedad, como Aristarco de Samos, que negaba las teorías geocentristas y Eratóstenes, matemático y filósofo, inventor de un instrumento destinado a la observación de astros, llamado esfera armilar, que sería utilizado para la resolución de problemas de trigonometría esférica, de este artefacto se derivaría la conocida esfera armilar, compuesta por varios círculos concéntricos representando a la esfera celeste y en cuyo centro se situaba un pequeño globo terráqueo.



Eratóstenes



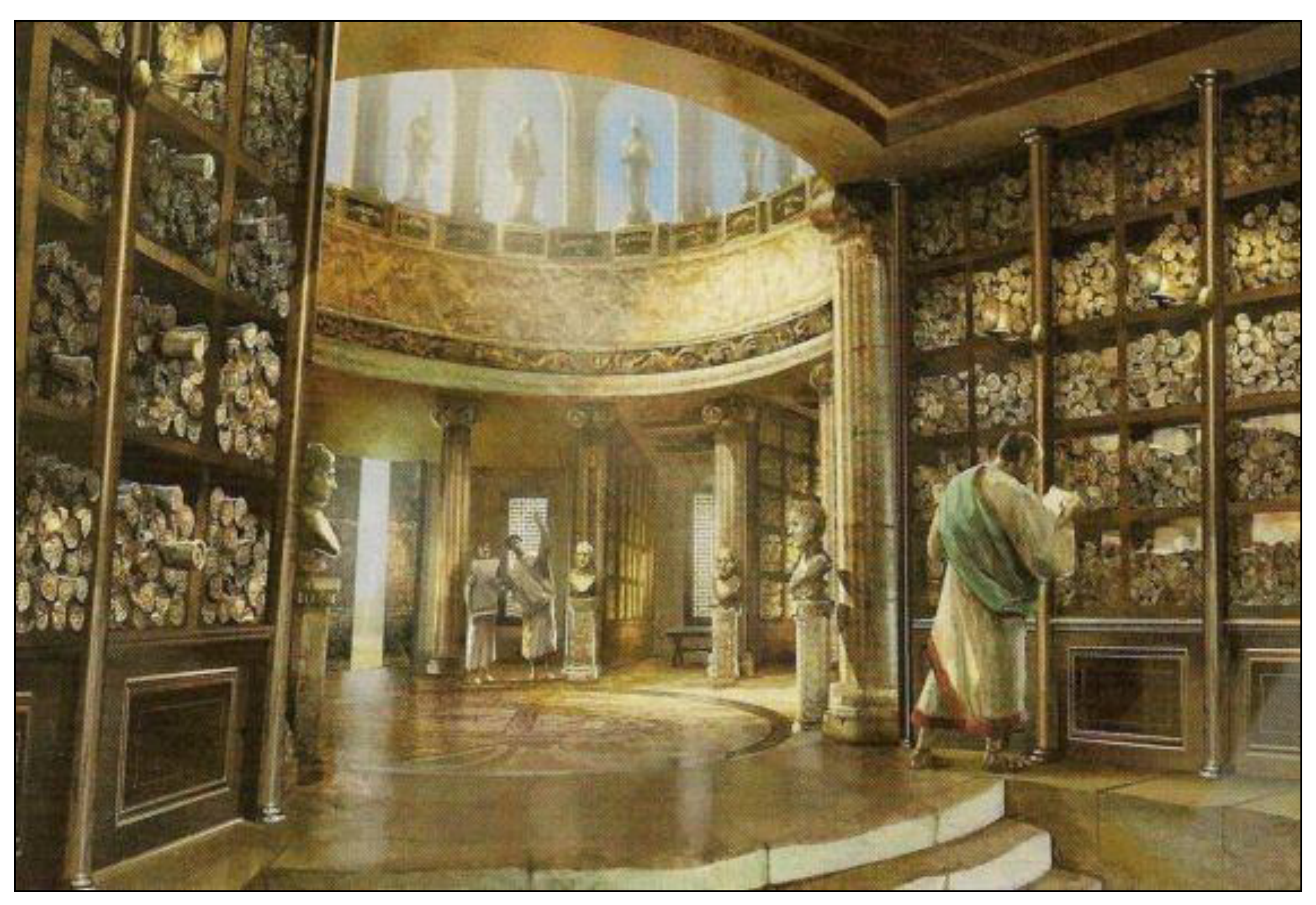
Esfera armilar

La filosofía helénica se centraba principalmente en el conocimiento real del Universo, valiéndose de los altos conocimientos matemáticos alcanzados y las aplicaciones prácticas de las leyes de la física que se iban descubriendo poco a poco, la astronomía, por lo tanto, trató de concretar las dimensiones de ese Universo y para ello se intentó por todos los medios calcular las distancias a que se encontraban los astros y planetas, así como el tamaño de los mismos, para medir las distancias, se basaron en las velocidades relativas con que los planetas se desplazaban respecto a las estrellas, ya que cuanto más cerca se encuentra un objeto en movimiento del observador mayor es la velocidad con que parece deslizarse en relación al fondo, aplicando este método, los griegos establecieron que el más próximo a la Tierra de todos los cuerpos celestes era la Luna y a continuación vendrían Mercurio, Venus, Sol, Marte, Júpiter y finalmente Saturno.

El cálculo exacto de la distancia entre la Tierra y estos planetas escapaba a las posibilidades de la astronomía de la época, determinando solo la existente entre la Luna y nuestro planeta (el cuerpo celeste más cercano) así durante un eclipse lunar, Aristarco de Samos logró medir la curvatura de la sombra que proyectaba la Tierra sobre la superficie lunar, estableciendo una relación entre la sección transversal de dicha sombra y el diámetro del disco lunar, sirviéndose para ello de sencillas fórmulas matemáticas; años mas tarde, Hiparco de Nicea logró calcular esa misma distancia con una gran precisión, la estableció en 30 veces el diámetro terrestre, el cual había sido fijado anteriormente por Eratóstenes en 12800 Km, por lo tanto la distancia media Tierra-Luna se fijaba en 384000 Km, cifra que se aproxima extraordinariamente a la real, ya que los mas modernos equipos de medida han obtenido el valor de 384317 Km, lo cual dice mucho a favor de la rigurosidad con que operaban los astrónomos griegos.

La astronomía griega antigua creó un modelo de ciencia que combinaba dos elementos: una teoría que usa la geometría para describir los fenómenos celestes (idea griega original) y la predicción de las posiciones de los cuerpos celestes en forma de datos numéricos (una tradición adoptada de Mesopotamia) su culminación fue el sistema geocéntrico de Claudio Ptolomeo (Siglo II) descrito en el Almagesto, y siendo un ejemplo de la aplicación de la teoría matemática a la descripción de la naturaleza, aunque desde el punto de vista moderno la naturaleza de los fenómenos ha sido mal interpretada sobre la base de la física aristotélica.

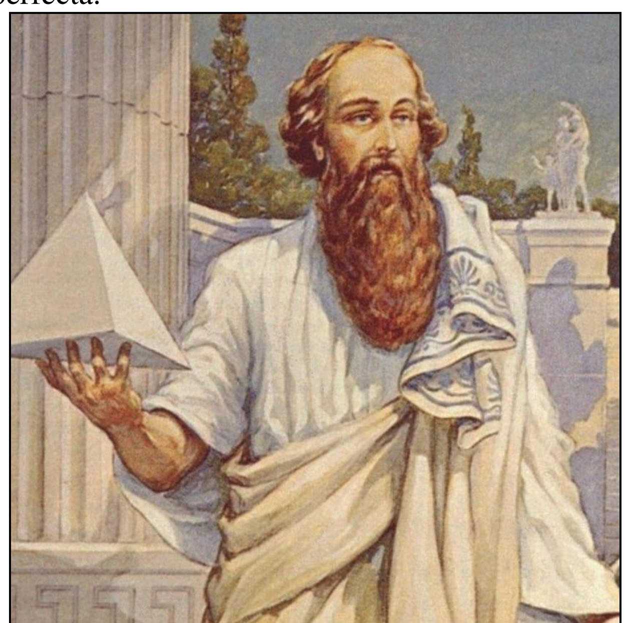
En el primer período de desarrollo, a partir del siglo VI a.C., la astronomía griega era descriptiva con teorías cosmológicas especulativas de Tales de Mileto, Anaximandro y Pitágoras que intentaban explicar la naturaleza física del mundo y los cuerpos celestes, este último se le atribuye el reconocimiento de la forma esférica de la Tierra y la introducción del término Cosmos, cuyo significado es Orden Racional en el Universo.

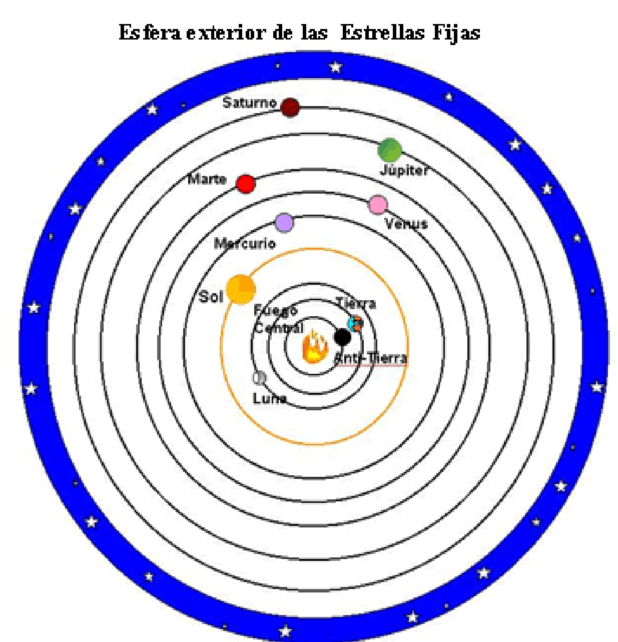


Pitágoras

Pitágoras nació, en Grecia en los primeros años del siglo VI a.C., se tienen muy pocos datos precisos de su biografía, abandona muy pronto su Jonia natal para viajar; se encuentran huellas de su paso en Egipto y Babilonia, de regreso en su isla de Samos, sufre la presión en aumento de Persia y se exilia, con toda su familia, en la Italia meridional, en la ciudad griega de Crotona, allí funda lo que se suele llamar la Fraternidad pitagórica, disfrutando entonces de una gran celebridad y formando a numerosos discípulos, hacia el fin de su vida, su ascendencia espiritual inquieta a los dirigentes políticos y es desterrado de Crotona, terminando sus días en Metaponte, sus discípulos fueron desterrados y sus lugares de reunión quemados, contribuyendo a tejer la leyenda de Pitágoras, y aumentando su influencia sobre las generaciones siguientes, en la actualidad no existe ningún escrito de Pitágoras, probablemente por haber sido destruidos todos, pero su celebridad fue tan grande que existen referencias a Pitágoras en la mayoría de los autores presocráticos.

El principio fundamental básico de toda la filosofía pitagórica era la idea de una correspondencia entre los números y los mecanismos de la naturaleza, para Pitágoras los números enteros eran capaces de expresar el equilibrio y el orden de la naturaleza; Pitágoras y su escuela mantuvieron que el Universo poseía una armonía y belleza matemática, atribuyeron forma esférica a los cuerpos celestes porque el círculo era considerado la figura más perfecta.



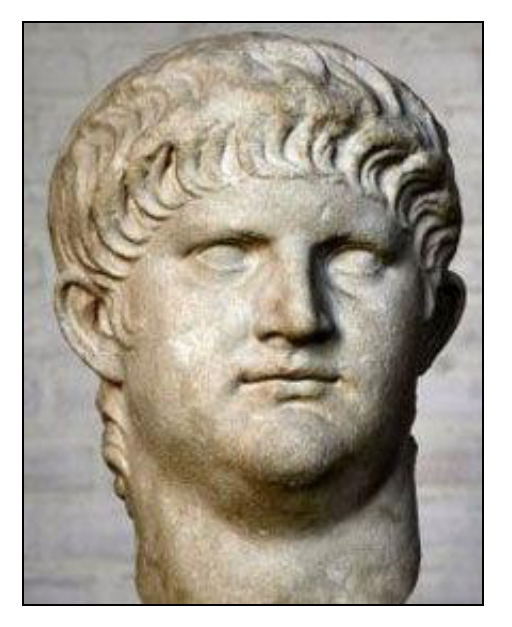


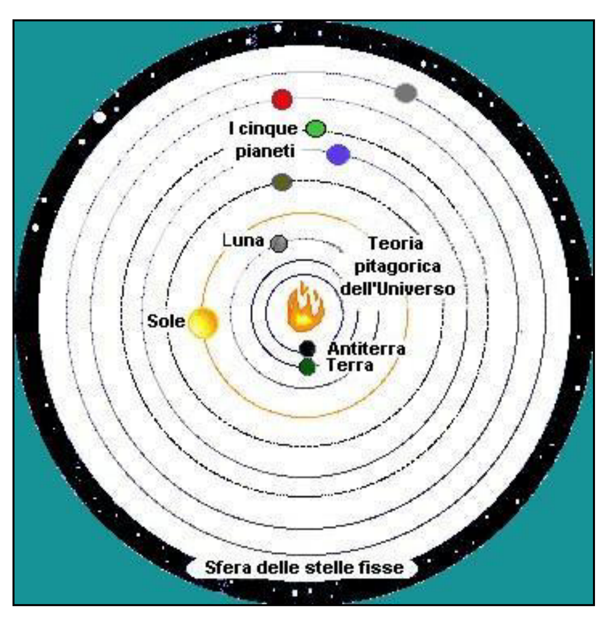
Para ellos el Cosmos era una esfera en cuyo centro existía un fuego originario; luego venían los cuerpos celestes: la Anti-tierra (añadida para completar el número 10 de planetas), la Tierra, Luna, Sol, los cinco planetas conocidos y el cielo de las estrellas fijas, una esfera de fuego envolvía este conjunto y el movimiento de las esferas celestes producían una maravillosa música, que no oímos por estar habituados a ella desde el nacimiento, dentro de esta línea continuó Platón, que intentó crear un sistema que hiciese encajar todos los fenómenos celestes en su cosmovisión; sin embargo, para este filósofo, sólo podía haber ciencia de las Ideas, por eso consideraba lo allí relatado como una narración verosímil y no como algo científico (en contra de lo que pensaba Aristóteles, que sí creía en una posible ciencia astronómica).

Este tipo de pensamiento, comenzado por Pitágoras y Platón será continuado por Eudoxo, que para ello construyó un sistema de esferas que giraban en torno a la Tierra y que intentaban explicar todos los fenómenos celestes, su aporte más importante fue la introducción de la geometría en la astronomía, dejando de lado las interpretaciones mitológicas de los egipcios, babilonios y la física de los primeros filósofos griegos.

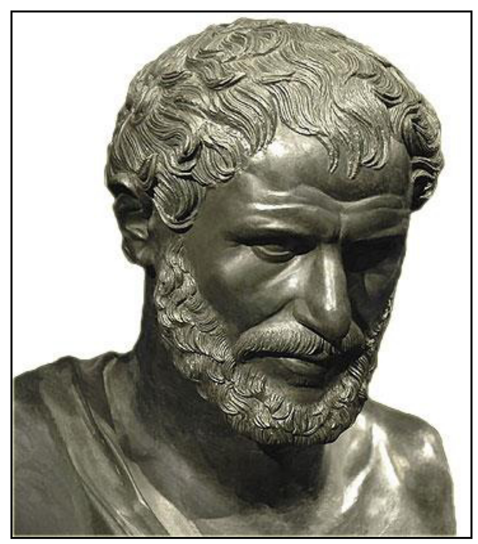
Filolao de Crotona

Era matemático y filósofo (alumno de Pitágoras) fue el primero que se planteó el problema de la tierra inmóvil en el centro del mundo, se preguntó si este centro del mundo no sería otra cosa que la propia Tierra (que se movía en el espacio como los demás cuerpos cósmicos y tenía una posición privilegiada, puesto que estaba más cerca del fuego central pero ya no era el centro de todas las cosas) imaginó un fuego central (Hestia), alrededor del cual giraban primero la Tierra y después la Antitierra(*), la Luna, el Sol y los cinco planetas observables; al final estaba la esfera de las estrellas fijas que no daba vueltas, pero como la tierra giraba alrededor del fuego central, los hombres de la Tierra veían desfilar las estrellas alrededor de ellos ya que más allá de esta esfera exterior también había fuego, las estrellas eran pequeños agujeros abiertos en la esfera más exterior, a través de los cuales se veía el fuego exterior, se iniciaba así una visión menos antropocéntrica del Cosmos.





Heráclito de Ponto



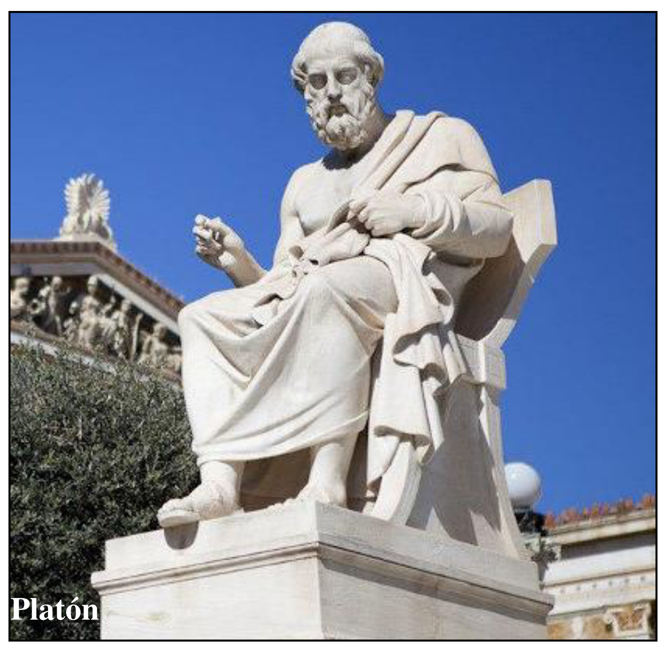
Sucesor de Filolao, fue quien tuvo la idea de que era más razonable prescindir del fuego central y admitir que la Tierra, situada en el centro del mundo, daba vueltas alrededor de su eje, se trataba de un progreso notable, además, gracias a las observaciones acumuladas, le pareció que dos planetas (Mercurio y Venus) giraban alrededor del Sol en lugar de alrededor de la Tierra. Heráclito de Ponto deja que el Sol, la Luna y el resto de los planetas giren alrededor de la Tierra y esta idea llegará y tomará forma por Aristarco de Samos hacia el año 275 a.C.

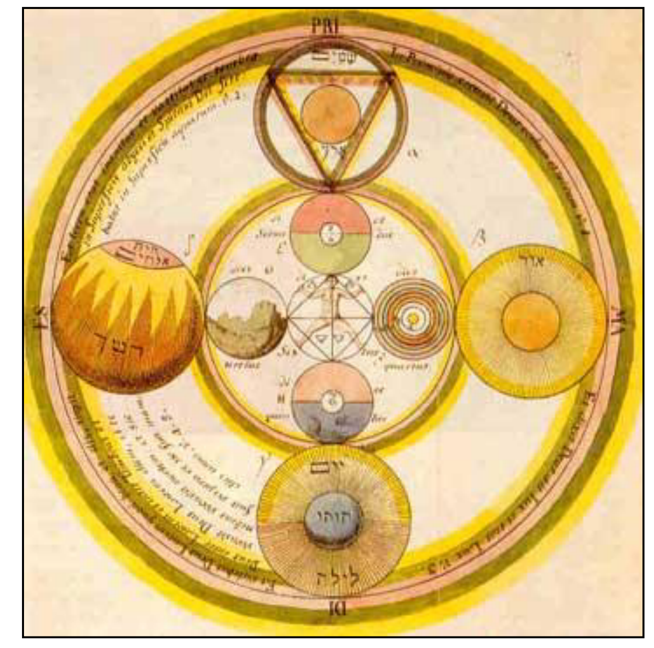
(*) Antitierra, también llamada Antichton o la Contra-tierra, era un hipotético planeta que, a juicio de Filolao y otros pitagóricos, se interponía entre la Tierra y el fuego central distinto del Sol, protegiéndolo de este, entendían que era invisible por el hecho de que no podía ser visto debido a que la Tierra giraba a su alrededor, ofreciéndole la misma cara siempre, que era el hemisferio del planeta opuesto a donde se encontraba situada Grecia.

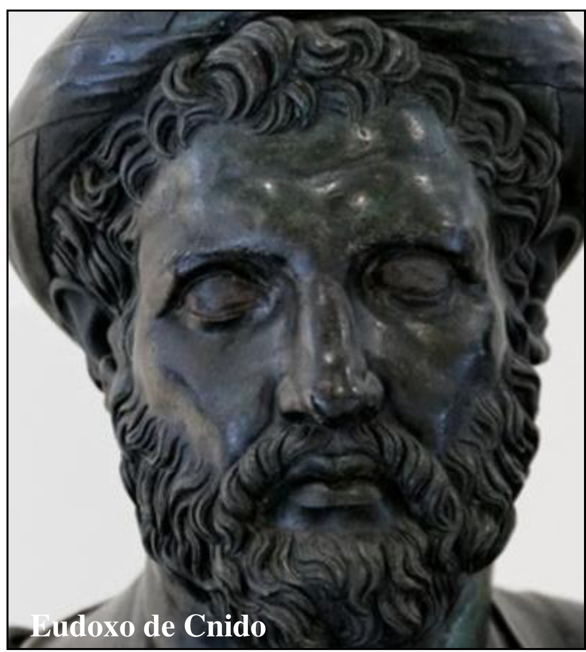
Platón

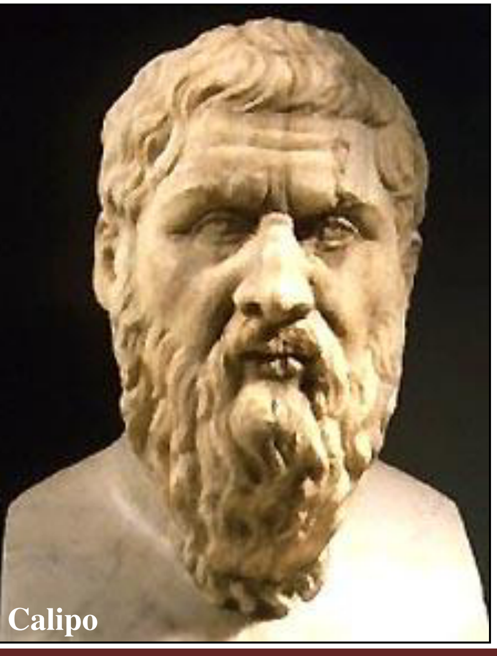
En su cosmología asumió que el Universo estaba ordenado armoniosamente, formuló un programa para el desarrollo de la astronomía griega antigua, exigiendo que asumiera que los movimientos de los cuerpos celestes eran uniformes y circulares, y solo con la ayuda de tales movimientos describieron el comportamiento observado de los planetas, la primera solución a este problema la dio el discípulo de Platón Eudoxo de Cnido, que construyó un modelo del mundo en forma de esferas concéntricas; en este modelo, cada planeta era transportado por una o más esferas, girando a una velocidad constante alrededor de la Tierra, que descansaba en su centro común.

Las esferas giraban alrededor de ejes que tenían diferentes polos y estaban conectadas entre sí de modo que el movimiento de la esfera exterior se transfiriera a la esfera interior, el modelo de Eudoxo de Cnido, desarrollado luego por Calipo, aumentó el número de esferas de las 26 originales a 35, que luego fue adoptado por Aristóteles en una forma aún más elaborada (incluso de 55 esferas).


Platón

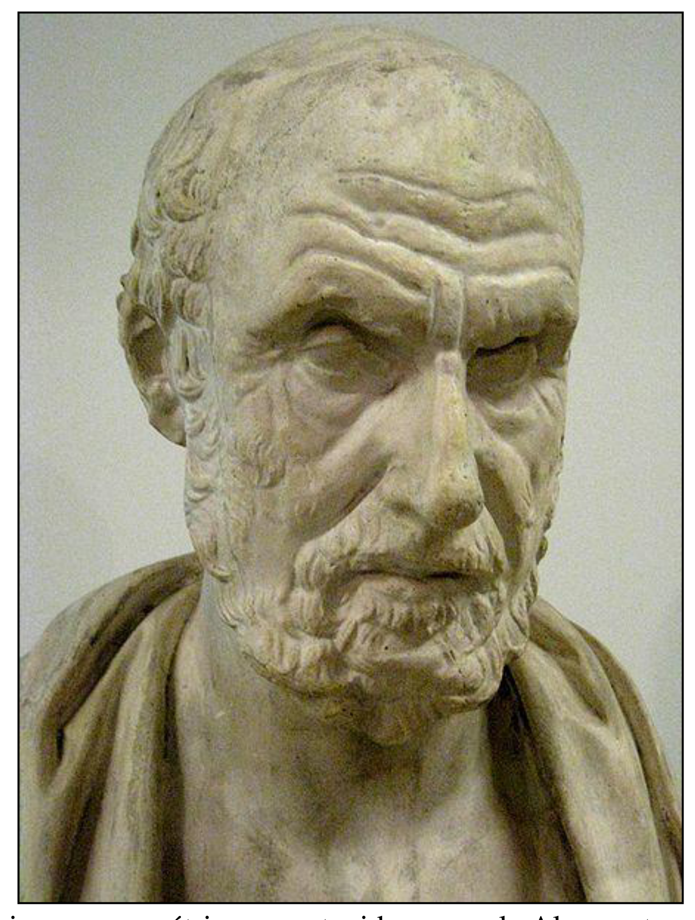



Eudoxo de Cnido


Calipo

Aristarco de Samos

Un nuevo período en la astronomía griega antigua, caracterizado por la determinación de los parámetros de los modelos planetarios a partir de la observación; en el Siglo III a.C. Aristarco de Samos, desarrolló un método para medir la distancia a la Luna y al Sol, concluyendo que el Sol está aproximadamente 19 veces más lejos de la Tierra que la Luna (que es casi 20 veces más pequeña en tamaño) fue el primero en proponer que la Tierra realizaba dos movimientos: girando alrededor de su eje y anualmente alrededor del Sol. Apolonio de Perge introdujo dos modelos geométricos de las órbitas planetarias, en el primero, el planeta giraba alrededor de la Tierra en un movimiento uniforme en un círculo, pero la Tierra no estaba en su centro, sino que estaba ligeramente alejada de él; esto provocó cambios en la distancia del planeta a la Tierra y, por tanto, en la velocidad del primero frente al fondo de las estrellas, en el segundo modelo, el planeta se movía en un movimiento uniforme en un círculo pequeño, llamado epiciclo, cuyo centro seguía -también en un movimiento uniforme- en un círculo grande; el centro coincidía con la Tierra. Estos modelos eran equivalentes entre sí.



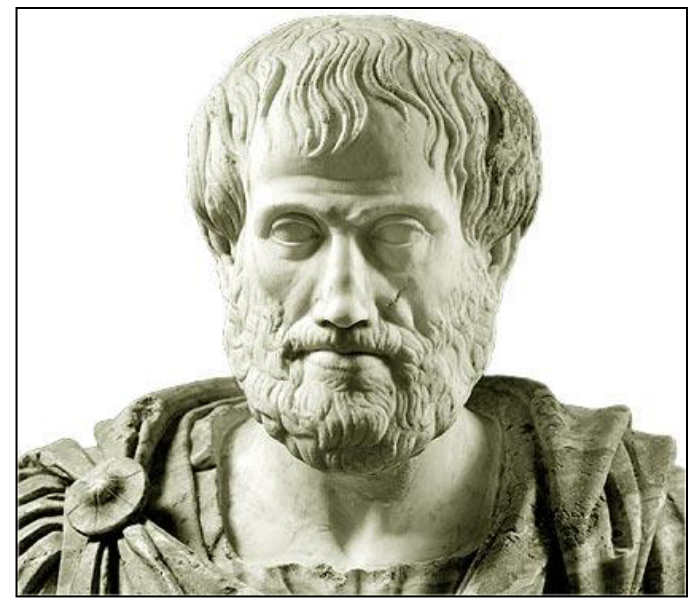
El primero de los modelos de Apolonio fue utilizado por Hiparco para describir el movimiento del Sol alrededor de la Tierra, determinó los parámetros de la órbita basándose en las medidas de la duración de dos estaciones: primavera y verano, el segundo modelo fue utilizado por Hiparco para representar el movimiento de la luna; el científico utilizó datos de fuentes babilónicas para determinar los parámetros de la órbita lunar; a Hiparco se le atribuye el descubrimiento del fenómeno de precesión astronómica, la realización de observaciones astronómicas sistemáticas y la compilación del primer catálogo completo de estrellas.

La información sobre los logros de Hiparco de Samos se han conservado casi exclusivamente en fragmentos del Almagesto de Claudio Ptolomeo (Siglo II), que continuó su trabajo, mientras trabajaba en Alejandría, describió en su trabajo astronómico un sistema completo de modelos geométricos y tablas asociadas que podían predecir las posiciones del Sol, la Luna y los planetas en cualquier momento del pasado y del futuro.

Ptolomeo introdujo una cierta mejora en las soluciones de Apolonio, también estableció durante mucho tiempo el orden de los planetas a una distancia creciente de la Tierra, la Luna, Mercurio, Venus, Sol, Marte, Júpiter y Saturno; la imagen física del Universo, derivada de las construcciones geométricas contenidas en el Almagesto y correspondiente a la filosofía aristotélica de la naturaleza, fue presentada en "Los supuestos de los planetas", en el modelo allí descrito, cada uno de los planetas se movía en una capa esférica lo suficientemente gruesa como para contener un epiciclo; el límite inferior de la capa del planeta más externo era también el límite superior de la capa del planeta más cercano.

Aristóteles

Aristóteles utilizó la cosmología más acabada de la antigüedad, destinada a explicar con la mayor coherencia posible, no sólo la variedad de los seres que percibimos en el cielo y en la Tierra, sino también sus cambios, no todas sus suposiciones fueron enteramente originales, sus ideas astronómicas provenían de Eudoxo, mientras que su concepción de la naturaleza de la materia terrestre, de Empédocles; la audacia y novedad de su obra radica en haber formulado un ambicioso programa de síntesis, cuya culminación fue una propuesta relativamente coherente y unificada, que intentaba a la vez dar cuenta del movimiento de los planetas y piedras, de la conversión de ciertos materiales en otros, del nacimiento, evolución y la muerte de los seres vivos, no surgió hasta el siglo XVII una cosmología rival que pudiese sustituir a la de quien fuera llamado el Filósofo por sus seguidores medievales.



La constitución de la región celeste del universo aristotélico, en la que habitan la Luna, el Sol, los planetas y las estrellas, el modelo de Eudoxo, destinado a resolver el problema filosófico planteado por Platón, era una construcción geométrica que sólo pretendía justificar a grandes rasgos las observaciones astronómicas, pero no describir una auténtica realidad física, sus 27 superficies esféricas eran ideales matemáticos, no cuerpos sólidos, Aristóteles, a diferencia de su maestro Platón, no profesaba un culto absoluto por la matemática y, de hecho, no se conoce ninguna contribución suya a esta disciplina.

Siguiendo a Eudoxo de Cnido, concibió un mundo celeste constituido por caparazones esféricos vinculados entre sí y destinados a transferir el movimiento de la esfera exterior de estrellas a las internas, en las que se hallaban los planetas, el Sol y la Luna, la esfera de las estrellas era movida por un motor inmóvil, entidad metafísica que era puro acto y forma, y que los aristotélicos medievales identificarían con Dios, para asegurar el correcto funcionamiento de su Universo, Aristóteles debió emplear 56 esferas, con un resultado semejante a un sistema físico de transmisión de movimientos antes que una construcción geométrica o cinemática como la de Eudoxo.

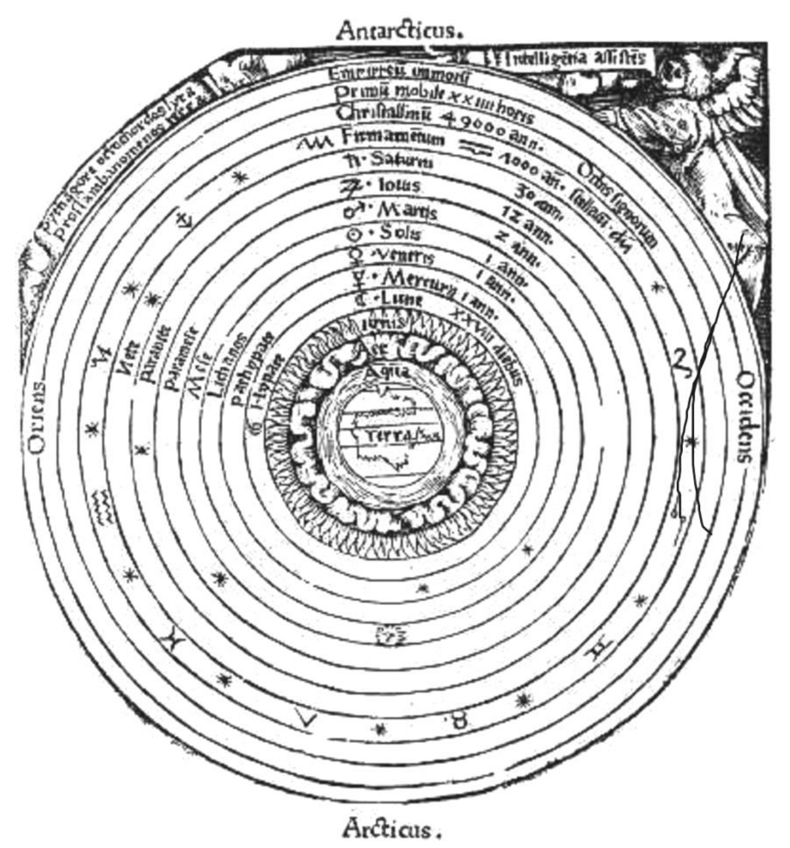
Todo cuanto existía en el Universo aristotélico estaba constituido por elementos, cuerpos simples o primeras formas que recibía la materia a partir de los cuales se originaban todas las cosas, a la región celeste correspondía un único elemento incorruptible, el éter (o quintaesencia, en la terminología medieval), especie de cristal que daba lugar a la denominación de esferas cristalinas para las caparazones planetarias, el movimiento de los astros era eterno, con excepción de los movimientos que resultaban de la composición de rotaciones uniformes de las esferas celestes, no admitían otros cambios en esa región perfecta, privilegiada, tal perfección derivaba su constitución por el incorruptible éter, inexistente en la Tierra y sus proximidades, y por ello no sería posible advertir en los cielos generación, transformación o corrupción (aparición de nuevos planetas, desaparición de estrellas, presencia de manchas en el Sol) pero algo muy distinto acontecía en la región sublunar, es decir, en vecindades de la superficie terrestre y en la Tierra misma, allí predominaba el cambio de todo orden, movimiento, generación, transformación, descomposición y muerte; todo cambio, en cuanto era la actualización de una potencia, implicaba un comienzo y un final, lo cual no acontecía en la región celeste, el movimiento circular de los astros era eterno y carecía de punto de partida o de llegada, no podía haber, para Aristóteles, distinción más tajante que la que existía entre los cielos y la Tierra.

En la región sublunar los elementos eran cuatro: térreo, aéreo, acuoso e ígneo, esta doctrina de los cuatro elementos le permitía a Aristóteles explicar vaga y cualitativamente la constitución de los materiales existentes a nuestro alrededor y sus transformaciones; de no rotar la esfera de la Luna, estos elementos se dispondrían en capas concéntricas de acuerdo con su pesantez o levedad: un núcleo térreo seguido respectivamente por caparazones de los elementos acuoso, aéreo e ígneo, pero ello no ocurría porque la esfera lunar transmitía su movimiento a la región que se extendía por debajo de ella, la cual resultaba así agitada y cambiante; la rotación de la esfera de las estrellas fijas era responsable de todos los cambios que acontecían en el Universo aristotélico.

Aquellos cuerpos de la región sublunar en cuya constitución predominaban los elementos térreo y acuoso, tendían por su propia naturaleza a caer hacia el centro de la inmóvil Tierra, pero otros cuerpos en los que predominaban los elementos aéreo e ígneo, como llamas y vapores, tendían a alejarse radialmente del centro de la Tierra.

El centro de una Tierra inmóvil y esférica ocupaba, en la cosmología aristotélica, un lugar de privilegio, era ante todo el centro del Universo, también el centro de las trayectorias circulares de los astros y el punto donde coincidían las trayectorias rectilíneas, radiales, centrípetas o centrífugas, de los cuerpos de la región sublunar que describían su movimiento natural, la existencia de este punto privilegiado, el centro del Universo, permitía asignar a cada uno de los restantes un arriba y un abajo perfectamente determinados

El universo aristotélico debía ser limitado, y su límite era la esfera de las estrellas, la existencia del vacío era, en sí misma, una contradicción en sus términos, de admitirla, afirmaba Aristóteles, deberíamos a la vez aceptar la de un Universo infinito, pues no habría razón para que una cosa en movimiento en el vacío deba detenerse aquí y no allá, en el vacio un objeto podría moverse ad infinitum, conclusión que Aristóteles juzgaba de absurda porque no había evidencia alguna de que existieran cuerpos que se movieran de tal modo, por tanto, la existencia del vacio era imposible.



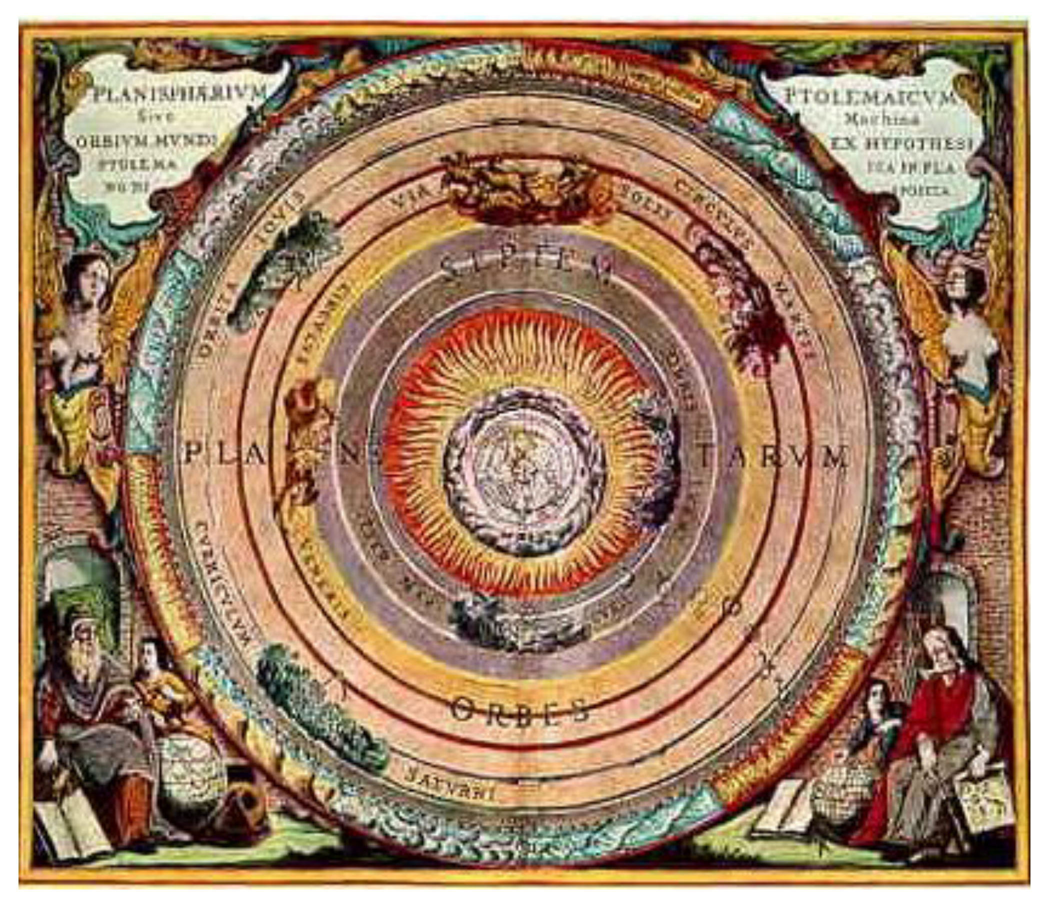
Claudio Ptolomeo

Astrónomo, matemático y geógrafo griego que nació y vivió en Alejandría en el siglo II, la teoría cosmogónica de Ptolomeo estaba basada en una Tierra inmóvil en el centro del Universo, alrededor de la cual giraban el Sol y el resto de los planetas en órbitas circulares, escribió diversos tratados científicos y se sirvió de la trigonometría para medir la distancia de la Tierra a la Luna coincidiendo sus resultados con los obtenidos siglos atrás por Hiparco, también calculó con exactitud los eclipses de Sol y de Luna así como la precesión de los equinoccios, y recopiló todo el conocimiento de la época sobre las estrellas del firmamento presentando un catálogo del cielo en el que aparecen 1022 objetos celestes, incluidas algunas estrellas dobles; realizó sus observaciones astronómicas con tan alto grado de precisión que se comprende el que sus criterios científicos permanecieran vigentes hasta bien entrado el siglo XVI, a pesar de su error de considerar a la Tierra como el centro del Universo, de sus escritos más importantes destaca el Almagesto, traducido por los árabes, en el que desarrolla y demuestra matemáticamente su concepción del Universo, la cual en su honor sería conocida con el nombre de Sistema Ptolemaico.

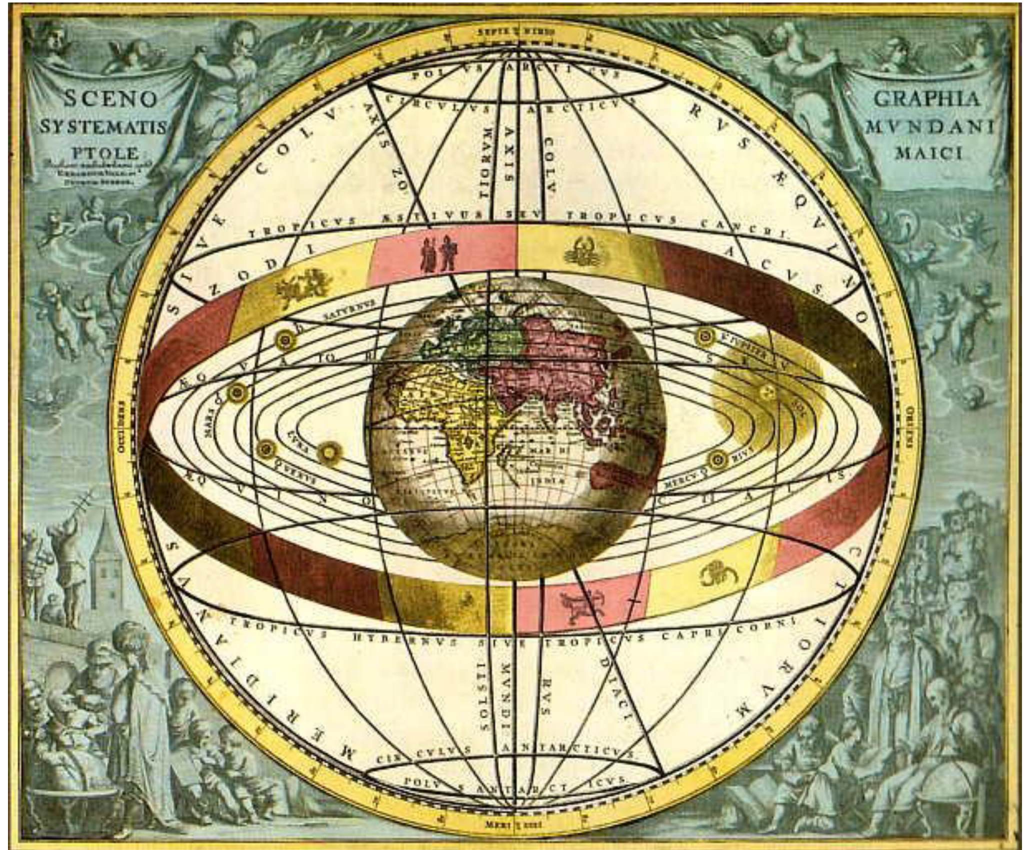




Ptolomeo nunca resolvió totalmente el gran problema del movimiento de los planetas y sus irregularidades de éstos afirmando que cada uno de ellos se movía en un pequeño círculo, el Sistema Ptolemaico constaba de la Tierra como una esfera situada en el centro del Universo, envuelta por una capa de aire, rodeada a su vez por la capa de éter (donde se formaban las estrellas fugaces, los aerolitos y cometas) a continuación venía el cielo de la L que giraba alrededor de la Tierra en 27,1 día; luego estaban los cielos de Mercurio, Venus y el Sol, que daban una vuelta en 365,6 días, por encima de los anteriores se encontraban los cielos de Marte, Júpiter y Saturno, que recorría este espacio en un tiempo sumamente largo, luego estaba el cielo del firmamento (donde se encontraban las estrellas fijas) y por encima de todos ellos se suponía existencia del Primer Móvil, que giraba por completo alrededor de la Tierra en 24 hrs a tiempo que arrastraba consigo todos los cielos en este movimiento para que todos sin excepción dieran una vuelta a la Tierra cada 4 hrs; el Almagesto fue la obra cumbre de la astronomía clásica, los Fenómenos de Arato y el Almagesto fueron traducidos del griego al árabe en numerosas ocasiones durante los siglos IX-XV (sería conocido en la Europa medieval gracias a las traducciones árabes, una de las más famosas sería realizada en el siglo IX) en el siglo XII Gerardo de Cremona realiza la primera versión moderna en Europa del Almagesto basándose en un manuscrito árabe, pero en el siglo XV se publica en Europa la primera traducción (incompleta) al latín basada directamente en el original griego y en el siglo XVI la primera versión completa.



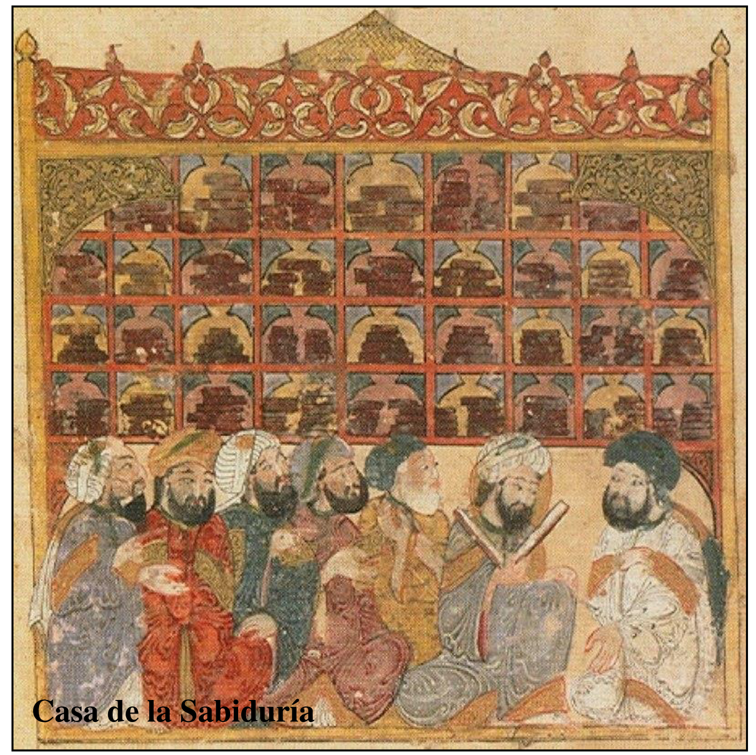
PLANISPHÆRIVM
Sive
ORBIVM MVNDI
PTOLEMAICVM
Machina
EX HYPOTHESI
PLA
TARVM
ORBES
SATVRNI



SCENO
SYSTEMATIS
PTOLE
GRAPHIA
MVNDANI
MAICI

Islám

La astronomía tuvo un papel muy importante los países islámicos durante los Siglos IX-XIII, al igual que otras ciencias, especialmente las matemáticas, el florecimiento de la ciencia árabe fue posible gracias al contacto de varias culturas en los territorios conquistados por el Islam, principalmente la herencia grecolatina del Imperio Bizantino, el saber científico persa y la astronomía hindú, este conjunto de conocimientos, sumados a la relativa calma y prosperidad de esta zona durante este intervalo de tiempo hicieron posible un renacimiento científico y filosófico, al cual también contribuyó el interés hacia la astronomía de muchos clérigos y líderes musulmanes, deseosos de precisar el calendario lunar o las orientaciones de mezquitas y otros edificios con la Meca, fue decisivo el interés personal de determinados líderes políticos, entre los que destaca el califa al-Ma'mun (809-833) que fundó en Bagdad la famosa Casa de la Sabiduría, centro del conocimiento de la época; en el Siglo XI, el califa al-Hakim fundaría en la ciudad de El Cairo, la Casa de la Ciencia, contribuyendo, entre otras cosas, a la difusión de la astronomía ptolemaica.



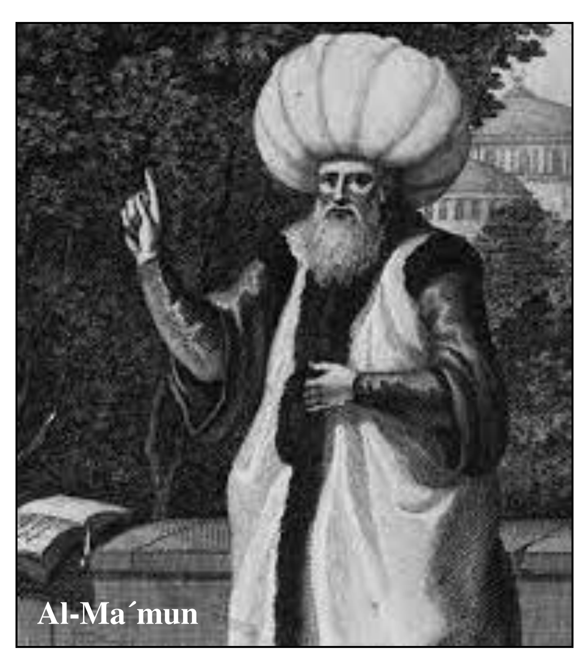
Casa de la Sabiduría

Desgraciadamente, todavía hoy persiste la imagen de la astronomía árabe y musulmana de estos siglos como una ciencia de transición, según esta visión, los árabes se limitaron a traducir y conservar los originales griegos, pero sin aportar gran cosa. Este punto de vista es erróneo y se basa sin duda en la visión eurocéntrica según la cual, puesto que la Edad Media fue una época "oscura" en lo relativo al conocimiento en Europa, también lo fue en todo el mundo. A esto debemos sumar la indiferencia, cuando no desprecio, con la que los científicos del Renacimiento contemplaban las obras de origen islámico. Dicho esto, es cierto que tampoco se debe pensar que los árabes y persas desarrollaron ampliamente la astronomía en todas sus facetas, ya que, por ejemplo, no se puede decir que la astronomía observacional fuese uno de sus fuertes, pese al esfuerzo de figuras como Al-Sufi o Al-Tusi, no existe ningún registro de la supernova de 1054, que sí fue estudiada por los chinos, más preocupados por las repercusiones astrológicas de cualquier cambio repentino en los cielos; a los astrónomos musulmanes debemos las primeras correcciones del Almagesto, ellos se dieron cuenta de que no se trataba de una obra perfecta, sino que era, como cualquier otra creación científica, susceptible de ser mejorada, para demostrarlo, están los trabajos de Ibn Qurra, Al-Tusi y Al-Sufi, o la obra de Jabir ibn Aflah (Siglo XIII), con un título tan explícito como Corrección del Almagesto, sin olvidar el trabajo de Ibn Haytham con sus dudas sobre Ptolomeo.


Casa de la Ciencia

Donde se destacaron especialmente los astrónomos árabes fue en el refinamiento de los métodos matemáticos para el cálculo de efemérides, aplicando la trigonometría por primera vez y otras técnicas matemáticas, como es el caso de Abu al-Wafa (Siglo X) con su “Compendio”, donde introdujo cálculos mejorados de efemérides usando trigonometría esférica, este renacimiento científico declinaría a partir del Siglo XIII debido a la destrucción del califato abasí por los Mongoles, y posteriormente, por la llegada de los pueblos turcos a Oriente Medio, además hay que tener en cuenta la mayor intransigencia hacia las fuentes clásicas por parte de muchos líderes políticos y religiosos musulmanes, quienes veían en la astronomía y otras ciencias la huella de culturas ajenas al Islam.

Podemos destacar la labor de varias figuras clave en el desarrollo de la astronomía árabe, como Ahmad Al-Farghani (Siglo IX) proveniente de Asia Central, se dirigió a Bagdad bajo los auspicios de la corte ilustrada del califa abasí Al-Ma'mun, donde publicó diversas obras, entre las que destaca el “Compendio de Astronomía”, también conocido como “Elementos”; Marwan al-Sabi al-Harrani, que realizó importantísimas aportaciones a la astronomía, entre las que destacan sus traducciones de obras griegas que se habrían perdido sin su esfuerzo, midió la duración del año sidereo en 365 días, 6 hrs, 9 min y 12 seg (con un error de sólo 2 seg) por lo que pudo calcular con exactitud el valor de la precesión de los equinoccios, alcanzando un valor muchísimo más exacto que el obtenido por Ptolomeo. Sin embargo, no se atrevió a pensar que podía estar equivocado, así que propuso la Teoría de la Trepidación, por la cual sugería un valor no constante para la precesión, teoría que gozaría de gran popularidad hasta el Renacimiento, cuando las precisas observaciones de Tycho Brahe confirmarían la constancia de este fenómeno.


Al-Ma´mun


Al-Farghani


Al-battani

Otra figura importante fue Jabir Al-Battani, nacido en Siria y educado dentro de las creencias sabinas propias de esa región; los Sabinos daban especial importancia al estudio de los astros, como reliquia de los tiempos pre-islámicos, cuando eran adoradores de las estrellas. Al-Battani realizó numerosas observaciones astronómicas desde Siria, especialmente desde Antioquía y ar-Raqqah, como resultado de las cuales pudo publicar su obra más famosa, el “Libro de las Tablas Sabinas”, en el que catalogó 489 estrellas con gran precisión usando por primera vez métodos trigonométricos, además de precisar la duración de un año solar, la inclinación de la eclíptica y la existencia de eclipses solares anulares; estuvo en contacto no sólo con las obras clásicas griegas y las Tablas Pahlavi persas, sino también con los más recientes avances matemáticos árabes, en especial con la obra del matemático sirio Ibn Qurra, quien además había traducido el Almagesto al árabe. Aunque Al-Battani se basó en el Almagesto, fue más allá y mejoró muchas de las observaciones.

La siguiente gran figura de la astronomía islámica fue Al-Sufi, que realizó la mayor parte de su trabajo en Bagdad, fruto de este esfuerzo fue su obra principal “El Libro de las Estrellas Fijas”, en el que amplió el Almagesto de Ptolomeo catalogando 1018 estrellas (la mismas del Almagesto) describió en detalle las 48 constelaciones ptolemaicas y sus nombres, con representaciones gráficas incluidas, gracias a lo cual, las clásicas serían conocidas en Europa durante la Edad Media, en el libro, Al-Sufí también discute sobre la magnitud y el color de cada astro, así como de sus posibles variaciones, delimita las constelaciones y corrige a Ptolomeo cuando comprueba que sus observaciones son más precisas, algo impensable en la Europa Medieval de la época; aunque Al-Sufi no corrigió ninguna posición estelar ptolemaica, sí lo hizo con respecto a las magnitudes y el color, es ésta además la primera obra donde se menciona a la Galaxia de Andrómeda, visible a simple vista, pero que no había sido nunca descripta anteriormente, también introduce en esta obra la costumbre de denominar a cada estrella brillante mediante una letra (árabe), costumbre que sería imitada en Europa a partir de los siglos XV-XVI.





Al-Zarqali, también fue un destacado astrónomo de Toledo, en Al-Ándalus, distinguido fabricante de astrolabios creando una versión simplificada para la navegación denominada azafea que fue muy popular hasta el siglo XVI, gracias a sus observaciones se pudo determinar la precesión del apogeo solar (el punto más cercano de la Tierra al Sol) respecto a las estrellas, fue el autor de las Tablas Toledanas, traducidas por Gerardo de Cremona y que fueron muy populares en la Europa medieval, ya que incluían datos astronómicos de Al-Battani, Ptolomeo y del matemático Al-Khwarizmi.



Nasir al-Din al-Tusi estudió la obra de Ptolomeo y la refinó de tal forma que pudo eliminar el deferente de las órbitas ptolemaicas, haciendo posible la introducción de un movimiento uniforme respecto al centro (el llamado par de Al-Tusi), algo preferido desde el punto de vista filosófico por los sabios de la época, aunque su trabajo no tuvo mucha aceptación posterior, indicaba que la obra de Ptolomeo no sólo podía ser corregida en su vertiente observacional, sino que también la parte teórica era susceptible de ser mejorada con tratamientos matemáticos más refinados; Al-Tusi jugó un papel clave en la fundación del observatorio de Maraghe (en el actual Azerbaiyán), capital del nuevo reino del mongol Hulegu, para esta fundación parece ser que los persas recibieron la ayuda de astrónomos chinos.

La última figura clave de la astronomía musulmana fue Muhammed Targay Ulugh Bek, o Ulugbek, vivió en Samarcanda, capital del kanato fundado por el gran conquistador mongol Tamerlán, del cual era nieto, el príncipe Ulugbek ordenó la construcción de un gran observatorio que sólo sería superado por el Uraniborg de Tycho Brahe, como resultado de estas observaciones publicó Zij-i Djadid Sultani, catálogo que contiene la posición de 992 estrellas (con un error de 2-5 segundos de arco) y que se convertiría en el primer catálogo estelar que superó al Almagesto, además de calcular con mayor precisión la duración del año y la inclinación de la eclíptica, entre otros datos.



Aunque mejoró las observaciones de Ptolomeo, desgraciadamente su influencia estuvo limitada por la lejanía con respecto a los sabios europeos que continuarían su labor, por lo que no fue ampliamente conocido en Europa hasta después de que Tycho Brahe publicase sus observaciones, convirtiendo por tanto al catálogo de Ulugbek en una obra obsoleta, tras el asesinato del príncipe Ulugbek en 1449, la actividad de este observatorio desapareció, y con él, se puede decir que finaliza la etapa investigación astronómica avanzada en los países islámicos, a partir de entonces, el relevo lo tomaría la Europa renacentista.

Es importante destacar también las figuras de Nur-ud-Din Abu Ishaq al-Bitruji (Alpetragius), astrónomo de Al-Ándalus que se caracterizó por su crítica al sistema ptolemaico de esferas; Jabir Ibn Aflah, quien creó en el Siglo XII el primer observatorio astronómico moderno en la Giralda de Sevilla y fue autor de Islah Almajisti (Crítica del Almagesto) posteriormente, en el Siglo XIII, el rey de Castilla, Alfonso X el Sabio mandó recopilar en las Tablas Alfonsinas, gran parte de todo este conocimiento astronómico árabe, tablas que serían difundidas por toda la Europa cristiana.

Gracias a esta labor, hoy en día casi todas las estrellas brillantes tienen nombres árabes, derivados de los nombres griegos que aparecían en el Almagesto de Ptolomeo, además, se le debe a los astrónomos árabes gran multitud de términos astronómicos, como cénit o nadir, y la difusión en Europa del astrolabio, invento que, aunque conocido desde el siglo VI, fue perfeccionado por los árabes, destacando los diseños alcanzados por maestros como Ibn Al-Shatir (siglo XIV).



Alpetragius

Jabir Ibn Aflah

Dos circunstancias promovieron el desarrollo de la astronomía en tierras del Islam, una fue la proximidad geográfica a los grandes centros culturales de la antigüedad, así como la tolerancia que el Islam ejerció con sabios y eruditos pertenecientes a otras religiones; a principios del siglo IX se había traducido al árabe la mayor parte de los textos científicos griegos, incluido el Almagesto de Ptolomeo, obra en la que la astronomía antigua alcanzó su mayor importancia, las obras griegas fueron, más tarde, conocidas gracias a estas traducciones en la Europa medieval; la otra fue el desarrollo que procedió de las prácticas religiosas musulmanas, que planteaban gran número de problemas relacionados con la astronomía matemática y que, en su mayoría, se referían a cuestiones relativas a la determinación del tiempo, para resolver tales problemas, los científicos musulmanes fueron mucho más allá de los métodos griegos, sobre todo en el campo de la trigonometría, proporcionando las herramientas esenciales para la creación de la astronomía del Renacimiento.

Los fundamentos de la ciencia islámica en general, y de la astronomía de modo particular, se colocaron en el año 622, acontecimiento, que recibe el nombre de Hégira, y marca el punto de partida del calendario musulmán, los primeros Siglos del Islam se caracterizan por una expansión rápida y turbulenta del Imperio; hasta fines del Siglo II y principios del Siglo III de la Hégira no surgió una atmósfera suficientemente cosmopolita y estable que permitiera el florecimiento de las ciencias.

En este momento, la nueva Dinastía Abasí, que se había apoderado del Califato (nombre que recibía la institución que asumía el liderazgo político en el Islam) en el año 750 y que fundó Bagdad en el año 762, empezó a promover traducciones de textos griegos, en unas pocas décadas se tradujeron al árabe las grandes obras científicas de la antigüedad, entre las que se incluían las de Aristóteles, Euclides, Galeno, Ptolomeo, Arquímedes y Apolonio, trabajo que fue realizado por eruditos cristianos y paganos como por sabios musulmanes.



Casa de la Sabiduría

El más vigoroso promotor del esfuerzo de la traducción de libros fue el califa al-Ma´nun, que llegó al poder en el año 813, fundó una academia denominada Casa de la Sabiduría y puso a su frente a Hunayn ibn Ishaq al-TbadT, un cristiano nestoriano que dominaba el griego; Hunayn se convirtió en el más célebre de todos los traductores de textos griegos y llevó a cabo traducciones árabes de Platón, Aristóteles y de sus comentaristas, y tradujo las obras de los tres fundadores de la medicina griega: Hipócrates, Galeno y Dioscórides.

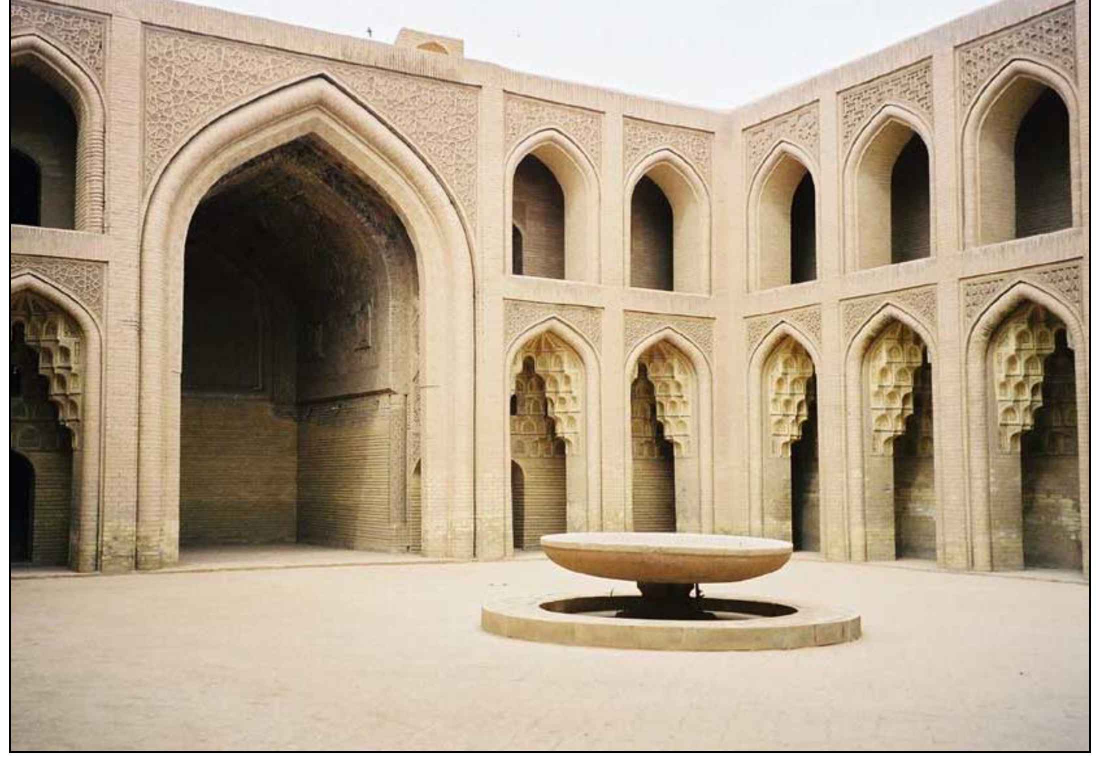
El principal traductor de la academia en lo relativo a los textos matemáticos y astronómicos fue un pagano llamado Thaábit ibn Qurra, era, en un principio, un cambista de moneda en el mercado de Harrán, situada al N de Mesopotamia, que era el centro de un culto religioso astral, mantenía de manera resuelta que los fieles seguidores de este culto habían sido los primeros en cultivar la tierra, fundar ciudades, construir puertos y descubrir la ciencia, a pesar de lo cual fue tolerado en la capital del Islam, donde escribió más de un centenar de obras científicas entre las que se incluía un comentario al Almagesto de Ptolomeo.

Otro astrónomo matemático que trabajó en la Casa de la Sabiduría fue al-Jwarizmt, cuya Algebra, dedicada a al-Ma´nun, puede haber sido el primer tratado sobre esta disciplina que se escribió en árabe, aunque esta obra no constituye un logro científico de primera categoría, ayudó a introducir métodos hindúes y griegos en el mundo islámico, por otra parte, su influencia se deja sentir aún en todo el conjunto de la matemática y de la ciencia ya que marcó la introducción en Europa de los numerales árabes, junto con ciertos procedimientos trigonométricos, los árabes tomaron de la India un sistema de numeración que incluía el cero, los numerales indios adoptaron dos formas distintas en el mundo islámico, de las cuales, a través de España fueron a la Europa medieval, estos numerales, con el cero explícito, resultan mucho más cómodos que los números romanos para realizar cálculos.

De este modo surgieron de la Casa de la Sabiduría de la antigua Bagdad, gracias a su tolerancia de tono amable y a su mezcla única de culturas, no sólo una serie impresionante de traducciones de obras científicas y filosóficas griegas sino también comentarios y tratados originales, hacia el año 900 d.C. se habían puesto los fundamentos para que se produjera el florecimiento de una ciencia internacional que utilizaba un único vehículo lingüístico: el árabe.







Existieron observatorios en Bagdad (al-Shmamasiyya) y Damasco (al-Qasiyun) donde hay buenos indicios y pruebas convincentes de que el trabajo en estos observatorios fue bastante especializado, se puede llegar a esta conclusión por las declaraciones de Habash al-Hâsib y Al-Beyrûnî que dejan en claro que los observatorios de Shammasiyya y Qasiyun eran distintos de la Casa de la Sabiduría y que las diversas medidas geodésicas organizadas por el califa Al- Ma'mûn estaban relacionadas con el trabajo de traducción en la Casa de la Sabiduría y no con el trabajo realizado en los observatorios; por lo general, la tarea principal de los observatorios islámicos y su programa de trabajo tradicional era la construcción de tablas astronómicas, en los observatorios de Al-Ma'mûn, solo se prepararon tablas solares y lunares, pero también existió un catálogo de estrellas elaborado por los astrónomos, y las fuentes contienen referencias a observaciones planetarias que fueron de naturaleza esporádica.

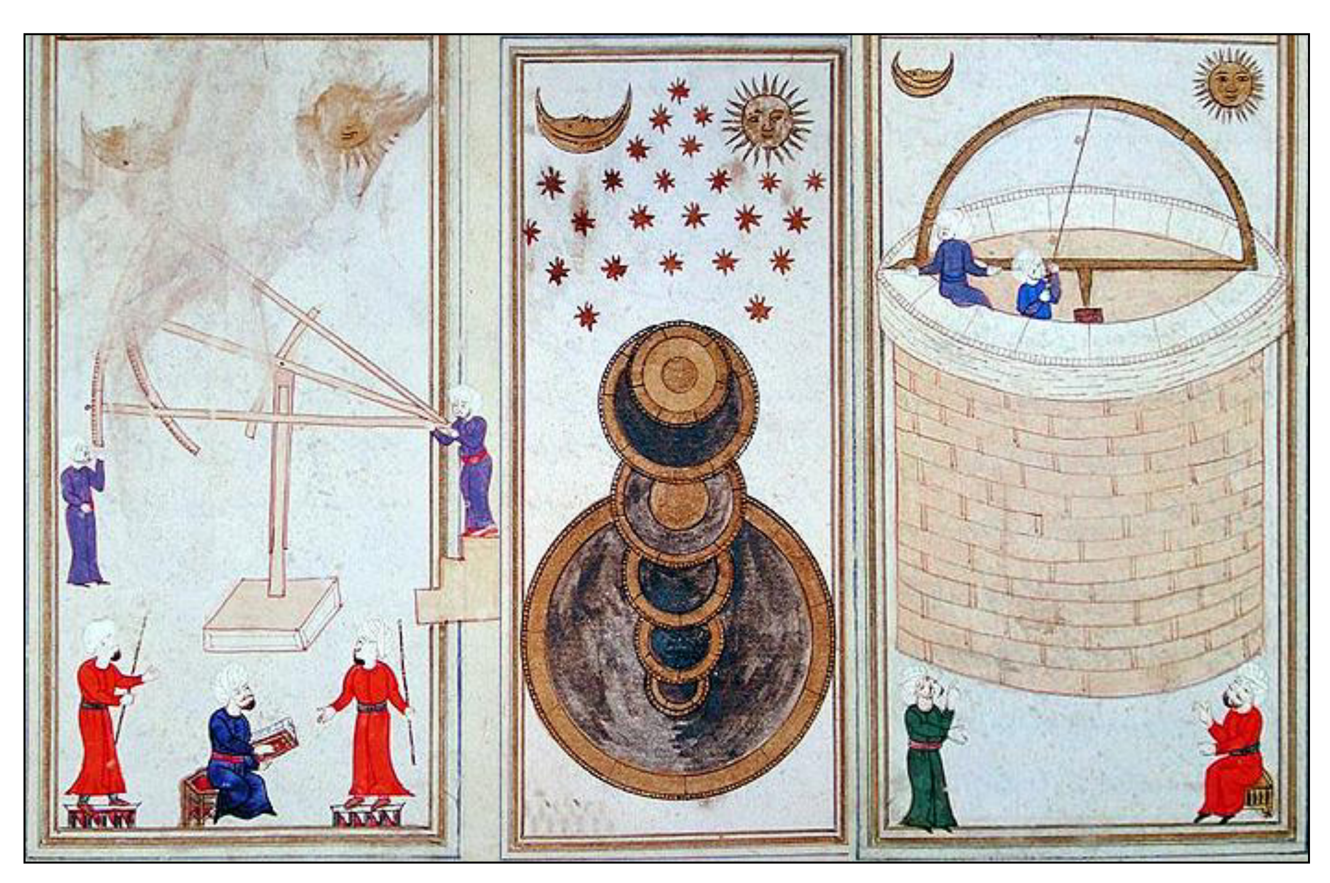
Habash al-Hâsib nos proporciona información valiosa sobre la naturaleza del trabajo en estos observatorios, lo que indica que la actividad de observación fue bastante intensa, habla de observaciones diarias regulares del Sol y la Luna, esto significa un seguimiento regular de estos cuerpos a través del cielo; Al-Beyrûnî, no solo habla de observaciones diarias, sino también de un método para determinar los parámetros solares a partir de datos basados en tales observaciones.

Los proyectos, programas, organización y eficiencia de la administración pasaban a primer plano cuando se trataba de una institución como un observatorio, los descubrimientos de primer nivel, rara vez se podían planificar con anticipación, y la investigación verdaderamente creativa generalmente trascendía los planes previos, por lo que no se puede esperar necesariamente descubrimientos muy originales o que hacían época como resultado del trabajo en los observatorios de Al-Ma'mun, donde el objetivo principal era la construcción de tablas, el trabajo realizado en Shammasiya y Qasiyun resultó en el descubrimiento del movimiento del apogeo solar, clara evidencia de que el trabajo en estas instituciones no fue de naturaleza mecánica de una sola vía con el único objetivo de la construcción de tablas, o la actualización de las más antiguas, sino que también involucró la investigación en astronomía pura.

El mundo islámico introdujo las características novedosas de ubicación fija, instrumentos grandes y fijos, programas de trabajo, equipo científico compuesto por varios astrónomos y patrocinio real o afiliación con el estado; Al-Ma'mûn no solo construyó el primer observatorio del Islam, sino que posiblemente construyó el primer observatorio del mundo o de la historia, el observatorio hizo su primera aparición en el Islam como una institución organizada y especializada para el trabajo en astronomía.

Los observatorios de Al-Ma'mun no gozaron de una larga vida, se ve que el observatorio no se consideraba en el Islam como una institución esencialmente permanente, sino temporal, sin duda era una consecuencia de su programa de trabajo, que era un mínimo teórico de algo más de 30 años, un período no menor que el período planetario más largo. Sin embargo, algunos observatorios superaron, alcanzaron o incluso se acercaron a este ideal, como los Observatorios de Maraghe, fundado por Hulagu, Samarqand de Ulugh Beg, Malikshah en Isfahan y Tabriz de Ghazan Khan, dos observatorios personales de fecha bastante temprana establecidos por astrónomos individuales fueron escenarios de trabajo durante muchos años, estos eran los Observatorios de los Banû Amajurs turcos y su contemporáneo Al-Battânî de Harran, el papel desempeñado por tales observatorios fue probablemente bastante importante, pero indudablemente indirecto y secundario, porque la investigación astronómica había llegado a requerir un equipo costoso y la cooperación de muchos astrónomos y esta circunstancia relegó a un segundo plano los observatorios de los astrónomos individuales.

También se podía hacer un buen trabajo con instrumentos de pequeño tamaño, pero en ese caso eran portátiles y no condujeron al surgimiento de un lugar fijo de trabajo especializado y colectivo.





Observatorio Samargand

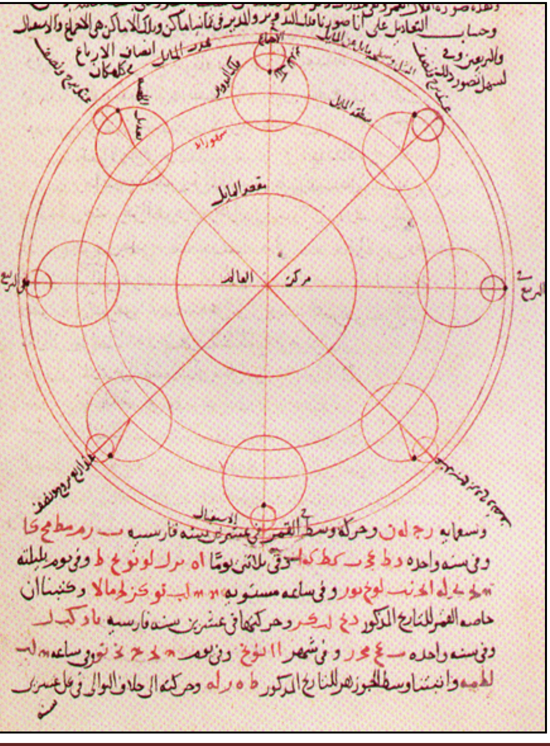
De los astrónomos de Al-Ma'mun, Khâlid ibn Abdulmâlik al-Marwrûdhî e Ibn Khalaf al-Marwrûdhî eran de Marwrûdh, cerca de la frontera del actual Afganistán y el Turkestán ruso, Yahyâ ibn Abî Mansûr era persa y se dice que se convirtió en musulmán solo después de ingresar al servicio del califa, Abu Abdullah ibn Mûsâ al-Khwârazmî era de Khwarazm, también hubo astrónomos de renombre que fueron contemporáneos de Al-Ma'mun, aunque probablemente no estaban conectados con sus observatorios, uno de ellos fue Abu'l-Abbâs Ahmed ibn Muhammed ibn Kathîr al-Fargânî, Abu Ma'shar al-Balkhî, de Balkh y Habash al-Hâsib al-Marwazî de Marv, del actual Turkestán.

Abu Muslim al-Khorasânî, uno de los fundadores de la Dinastía Abasí, estaba muy versado en astrología, de la misma época, Muhammad ibn Ibrahim al-Fazarî y Yakub ibn Batrik hicieron las primeras traducciones astronomicas del sánscrito y deben haberse originado probablemente en las regiones más allá de Persia y hacia el E, donde prevalecía el budismo, Abu'l-Fadl Nawbakht y su hijo Al-Fadl ibn Nawbakht también estuvieron entre los primeros astrónomos y traductores del Islam.

De los nueve principales observatorios estatales construidos en el Islam, tres debían su existencia a los turcos, el Observatorio Malikshah de Isfahan, Samarqand de Ulugh Beg y el Observatorio de Estambul de Murad III, los Observatorios Maraghe de Hulagu y Tabriz de Ghazan Khan pertenecían al período de dominio turco-mongol, de los observatorios restantes, dos fueron fundados por Al-Ma'mûn, uno fue fundado en Bagdad por Sharaf al-Dawla en el Siglo X, y el restante fue el Observatorio de El Cairo a principios del Siglo XII, cuya construcción finalmente se completó después de fallas, errores y planes de diversa índole, pero en los que aparentemente no se realizó ningún trabajo de importancia.

Los estudiosos del Islam hicieron una gran contribución al desarrollo de la astronomía esférica (resolución de triángulos en la esfera) que se refleja en la terminología tomada del idioma árabe: cenit, nadir, acimut, un testimonio del interés de los eruditos islámicos en el catálogo de 1022 estrellas del Almagesto, es su revisión crítica, compilada en el Siglo X por Abd al-Rahman al-Sufi, junto con la difusión en Europa de la versión árabe del astrolabio plano, un dispositivo utilizado para resolver los problemas de la astronomía esférica, que también es un mapa en miniatura del cielo, los nombres árabes de las estrellas más brillantes se hicieron populares.







En los modelos planetarios diseñados por Ptolomeo en el Siglo II, el Sol, la Luna y los planetas giraban en torno a la Tierra, no obstante, una simple órbita circular no podía justificar el hecho de que un planeta, de forma periódica, parecía cambiar el sentido de su movimiento a través del cielo (este movimiento aparentemente retrógrado tiene lugar, según la moderna teoría heliocéntrica, cuando la Tierra adelanta a un planeta o es adelantada por él en su órbita en torno al Sol) por este motivo Ptolomeo hizo que cada planeta se moviera sobre un epiciclo, un pequeño círculo que giraba mientras que su centro, a su vez, se movía en torno a la Tierra sobre un gran círculo denominado deferente.

El epiciclo, conjuntamente con otros artificios geométricos inventados por Ptolomeo, proporcionó una primera aproximación bastante buena al movimiento aparente de los planetas, la idea de aplicar la matemática a una descripción numérica específica del mundo físico debió significar una cierta novedad para los griegos del período helenístico, así como algo totalmente distinto de la matemática pura de Euclides y Apolonio, en esta fase de su programa, Ptolomeo se dio cuenta de que mejorar los parámetros numéricos de sus modelos era algo tan necesario como inevitable, ya que dio instrucciones muy cuidadosas sobre el procedimiento a seguir para establecer tales parámetros a partir de un número limitado de observaciones seleccionadas.

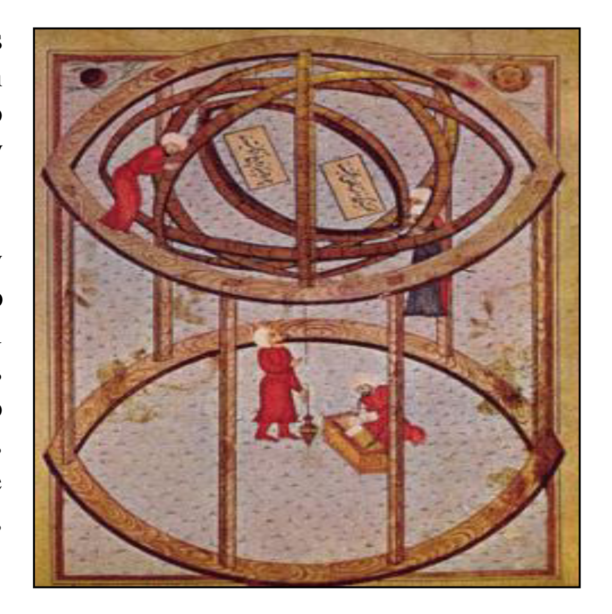
Los astrónomos musulmanes aprendieron muy bien esta lección y limitaron sus observaciones, por lo menos aquellas que registraron por escrito, fundamentalmente a las mediciones que podían utilizarse para derivar de nuevo los parámetros clave. Estas observaciones incluían la orientación y la excentricidad de la órbita solar y la inclinación del plano de la eclíptica. Como ejemplo muy notable de astrónomo musulmán que trabajó estrictamente dentro de un marco ptolemaico, pero que estableció nuevos valores para los parámetros ptolemaicos, Muhammad al-Battan1, contemporáneo de Thabit ibn Qurra aunque más joven que éste, su Zidj (Tabla astronómica) es considerada una de las obras astronómicas más importantes del período comprendido entre Ptolomeo y Copérnico, al-Battant 1 pudo establecer la posición de la órbita solar con mayor fortuna que Ptolomeo.

Al-Báttant 1 no describe con detalle sus observaciones, no está claro si adoptó, o no, una estrategia diferente de la de Ptolomeo en la planificación de éstas, en cualquier caso obtuvo buenos resultados y, varios siglos más tarde, sus parámetros de la órbita solar se encontraban ampliamente difundidos por Europa, su Zidj empezó por abrirse camino hasta España donde a principios del siglo XII, fue traducido al latín y cien años después, al castellano, el hecho de que sólo se conserve un manuscrito árabe de esta obra sugiere que la astronomía de al-Báttant 1 no fue tan cotizada en los países islámicos como en Europa, donde la invención de la imprenta aseguró su supervivencia y, de manera especial, la puso a disposición de Copérnico y de sus contemporáneos.

Copérnico cita, en el De Revolutionibus, a al-Báttant 1 no menos de veintitrés veces. Sin embargo uno de los mayores astrónomos del Islam medieval, Ibn Yunus, no fue conocido por los astrónomos europeos, trabajó en El Cairo un siglo después de al-Battant 1 y escribió un gran manual astronómico titulado ZIdj Hakim, contrariamente a lo que era habitual en otros astrónomos árabes, escribió un prefacio para su ZIdj que contenía referencias a una serie de más de cien observaciones que, en su mayoría, eran eclipses y conjunciones planetarias.

Aunque el manual de Ibn Yúnus fue ampliamente utilizado en los países musulmanes y sus tablas para la determinación de tiempos se usaban en El Cairo todavía en el siglo pasado, la labor de Ibn Yúnus no fue conocida en Occidente hasta hace menos de doscientos años, a lo largo de todo el período islámico los astrónomos musulmanes se mantuvieron cautelosamente dentro del marco ptolemaico, esta actitud no debiera ser objeto de críticas demasiado duras ya que, hasta que Galileo llevó a cabo sus observaciones telescópicas de las fases de Venus en 1610, no podía aducirse prueba alguna, basada en observaciones, en contra del sistema ptolemaico.

Observatorio de Maraghe



También existieron grandes observatorios astronómicos en los países islámicos equipados con instrumentos y con un gran personal, el más famoso es el Observatorio de Maraghe, establecido en 1259 bajo el patrocinio de Hulagu Kan en el Siglo XIII, y dirigido por el astrónomo persa Nasir al-Din al-Tusi.

El trabajo de Ptolomeo sería superado con los trabajos teóricos y observacionales de los astrónomos de Maraghe, Claudio Ptolomeo explicitaba en el Almagesto cómo calcular los parámetros de su modelo a partir de observaciones, y para el Siglo IX los musulmanes ya sabían como hacerlo, pero Ptolomeo no explicó lo más interesante, cual es el proceso de análisis de regularidades previsto según el modelo que podía dar cuenta de ellas, ese nivel de madurez teórica fue alcanzado por los musulmanes en el siglo XIII, y por los cristianos unos tres siglos más tarde.

Las tablas en la astronomía son útiles para el cómputo del tiempo, el calendario y la astrología, pero para recalcular los parámetros y construir tablas, se necesitaban observaciones sistemáticas y precisas realizadas durante muchos años, ello llevó al diseño de instrumentos de observación, el más común fue el astrolabio, que su origen se encuentra en el siglo VI, servía para diferentes propósitos de medición de ángulos, determinar el tiempo y hacer mediciones tanto astronómicas como geodésicas, otro instrumento importante fue la esfera armilar, utilizada desde el siglo XIV, instrumento manual con una serie de anillos graduados fijos o móviles para los distintos círculos celestes con la que se hacían predicciones.

En el mismo siglo se introdujo el radio astronómico, también llamado báculo de Jacob, una vara graduada con un travesaño móvil cuyos extremos se hacían coincidir con la distancia angular a medir, casi todos los instrumentos eran manuales y de precisión limitada, pero aún así, los musulmanes corrigieron los parámetros ptolemaico; aún así, seguían pensando que tenían mucho que aprender de Ptolomeo, y no consideraron sus valores mejores por lo que refinaron la matemática ptolemaica para representar un universo más acorde con las observaciones.

Los astrónomos de Maraghe consiguieron construir modelos astronómicamente precisos que fueron los primeros modelos originales no ptolemaicos, la pieza clave de esta solución fue un teorema de al-Tusi que muestra cómo generar un movimiento rectilíneo con dos circulares, conocido como el par de al-Tusi, inventó una técnica geométrica que ayudó a la solución cinemática del movimiento linear como suma de dos movimientos circulares, variando los parámetros del modelo de Maraghe y aplicando el par de al-Tusi, se podía dar cuenta de los movimientos de todos los astros. Sin embargo los modelos de Maraghe no aportaban nada a la práctica técnica de la astronomía, por lo que no eran necesarios para la construcción de tablas y no pasaba nada si se seguían usando los modelos ptolemaicos, en este observatorio y usando un cuadrante de cuatro metros, Al-Tusi resumió las observaciones de 12 años seguidos en las Tablas Ilkhanicas, además de sus observaciones, abordó el problema de mejorar los modelos matemáticos de Ptolomeo, en lo que se ha considerado el análisis más brillante hasta la aparición de la obra de Copérnico, sus conclusiones fueron publicadas en la "Memoria de Astronomía", en la que introduce el par que lleva su nombre, en 1247 aparecería el "Comentario del Almagesto" en el que hace uso extensivo de la trigonometría para el análisis de las órbitas; durante el período que se extiende desde la época del Observatorio Maraghe hasta la de los Observatorios de Samarcanda y Estambul, se escribieron importantes libros de texto y se produjo una línea ininterrumpida de astrónomos.



Estrellas y astrolabios

Los nombres de las estrellas constituyen uno de los ejemplos más claros de lo que la astronomía moderna debe a la herencia islámica las estrellas Betelgeuse, Rigel, Vega, Aldebarán y Fomalhaut son algunos de los topónimos estelares cuyo origen es árabe de manera directa o deriva de traducciones árabes de las descripciones realizadas en griego por Ptolomeo, que introdujo en el Almagesto un catálogo de más de mil estrellas.

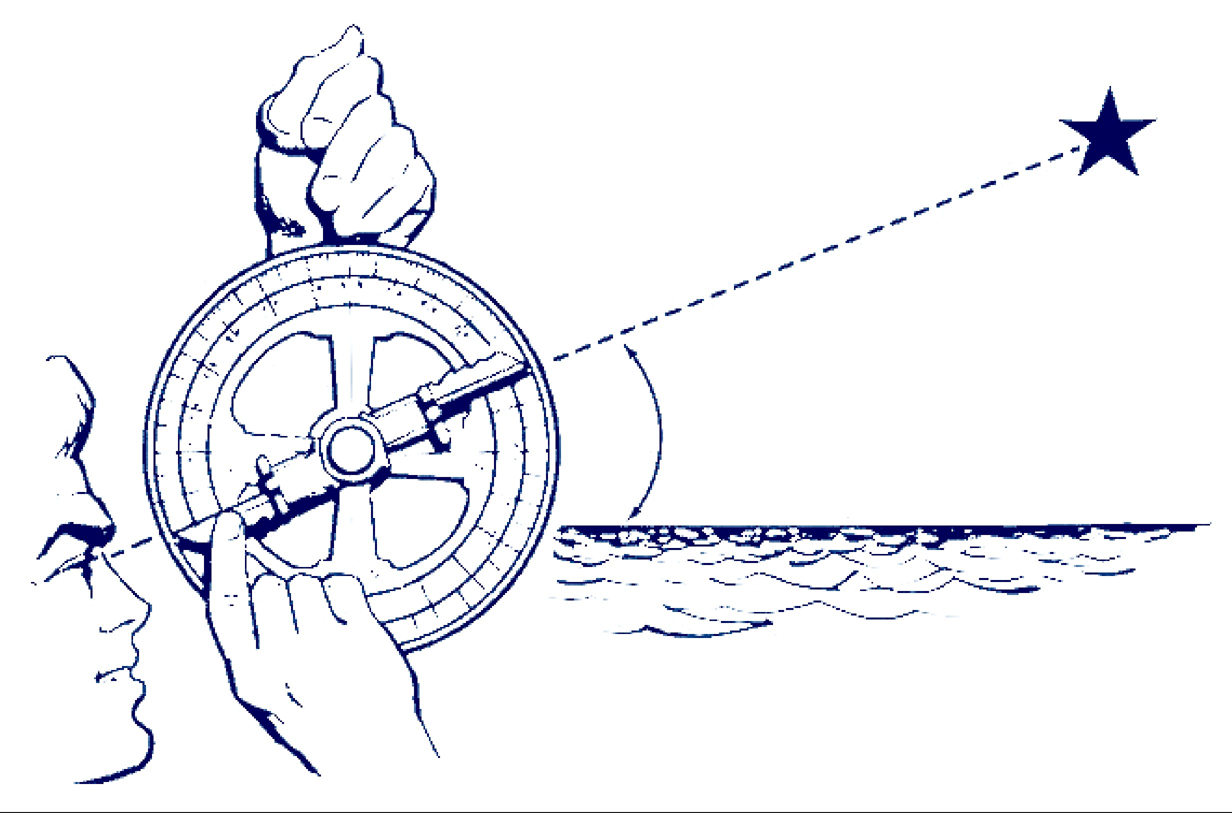
La primera revisión crítica del catálogo fue llevada a cabo por Abd al-Rahmánal-Súfi, astrónomo del Siglo X que trabajó en Irán y en Bagdad, el Kitab suwar al-kawakib (Libro sobre las Constelaciones de las Estrellas Fijas) de al-Súfi no añadió ni suprimió estrellas de la lista del Almagesto, ni tampoco estableció nuevas determinaciones de la posición que ocupan en el catálogo ptolemaico, frecuentemente erróneo, proporcionó mejores magnitudes e identificó, a veces, sus nombres árabes, los topónimos estelares utilizados por él eran, en su mayoría, simples traducciones de Ptolomeo.

Durante muchos años se tuvo la convicción de que la nomenclatura estelar utilizada en Occidente derivaba de la obra de al-Súfi; hoy, se cree que sus traductores de los siglos XIV y XV recurrieron a una traducción latina de la versión árabe del mismo Almagesto en lo que se refiere a las descripciones de las estrellas que combinaron, por otra parte, con las representaciones pictóricas de los manuscritos de al-Súfi, mientras tanto, la toponimia estelar árabe se introducía lentamente en el Occidente europeo por otro camino: la manufactura de astrolabios.

El astrolabio fue un invento griego, en lo esencial se trata de un modelo del cielo en dos dimensiones, un calculador analógico para resolver problemas de astronomía esférica, constaba de una serie de láminas de latón que se insertaban en una matriz (también de latón), la lámina superior, denominada ankabut (araña), consistía en una red abierta con dos o tres docenas de índices que indicaban las posiciones de ciertas estrellas específicas, bajo la red se encontraban una o varias láminas sólidas que llevaban grabado un sistema de coordenadas celestes apto para realizar observaciones en una determinada latitud o círculos de la misma altura sobre el horizonte (análogos a los paralelos de latitud terrestre) y círculos verticales con el mismo acimut en torno al horizonte (análogos a los meridianos de longitud terrestre), con este instrumento se podía representar el movimiento diurno de las estrellas en la esfera celeste haciendo que la red gire en torno a una clavija central que representa el polo N celeste.

Aunque el astrolabio fuera conocido en la antigüedad, el instrumento más antiguo que se conserva, se remonta a la etapa islámica, construido en el año 315 de la Hégira (927-928 d.C.) por un hombre llamado Nastulus, sólo existe un número reducido de astrolabios árabes del Siglo X, mientras que se conservan unos cuarenta de los siglos XI y XII, varios fabricados en España a mediados del Siglo XI y tienen un estilo morisco característico.

El tratado árabe sobre el astrolabio más antiguo conservado fue escrito en Bagdad por Al ibn Isa, uno de los astrónomos de al-Ma'mun, miembros posteriores de la escuela de Bagdad, al-Farghani entre ellos, escribieron también sobre el astrolabio; el tratado de al-Farghani causó sensación por los procedimientos matemáticos utilizados para aplicar el instrumento a numerosos problemas de astrología, astronomía y cuestiones relativas a la medida del tiempo, muchos de estos tratados llegaron hasta España, donde fueron traducidos al latín en los Siglos XII y XIII, Inglaterra aparece como la puerta por la que el astrolabio penetró desde España al occidente cristiano a fines del Siglo XIII y durante el Siglo XIV, la actividad científica que se centraba en Inglaterra en esta época pudo haber contribuido al desarrollo del interés por este instrumento.




museo galileo
museo galileo

Europa

Europa y la Iglesia

La actitud de la Iglesia ante la investigación científica de la naturaleza tuvo matices dispares a lo largo de la historia, la autoridad espiritual y política de la institución sólo se consolidó en Europa hacia el siglo X, hasta ese momento, el pensamiento cristiano fue prevalentemente hostil a la ciencia y la filosofía natural, identificadas con el paganismo de los antiguos, la Biblioteca de Alejandría fue víctima de tal hostilidad, el obispo Teófilo ordenó su destrucción a fines del siglo IV (la narración que atribuye al Califa Omar idéntica acción cuando los musulmanes tomaron Alejandría en el siglo VII no tiene consistencia histórica, de la biblioteca primitiva poco quedaba por destruir).

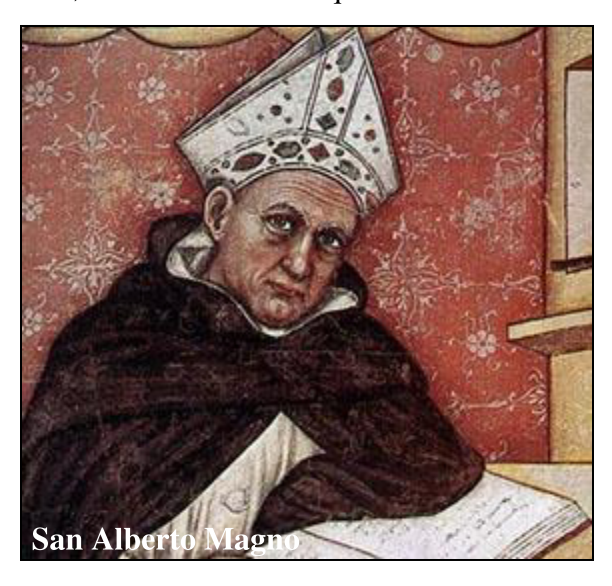
San Agustín, quien vivió entre los siglos IV y V, intentó formular una filosofía de raíz cristiana a partir de la obra de Platón (muy poco relevante en lo referente a cuestiones naturales). San Agustín conocía bien (y de hecho había admirado en su juventud) la obra de los filósofos naturales grecolatinos, pero consideraba que sería importante para el buen cristiano ocupar su tiempo en tales asuntos, a partir del siglo X, en una Europa ideológicamente hegemonizada por una Iglesia altamente organizada, una parte del clero adquirió para sí el privilegio del ocio necesario para interesarse en cuestiones naturales y volver a discutir acerca de ellas, en particular, el reingreso de la obra cosmológica de Aristóteles en traducciones árabes, en la segunda mitad del siglo XII produjo un gran impacto intelectual y doctrinario; por un lado, no era posible ignorar la coherencia y persuasión del gran filósofo; por otra, no podían violentarse las afirmaciones de la escritura en aquellos puntos en que la opinión de Aristóteles entraba en conflicto con ella.

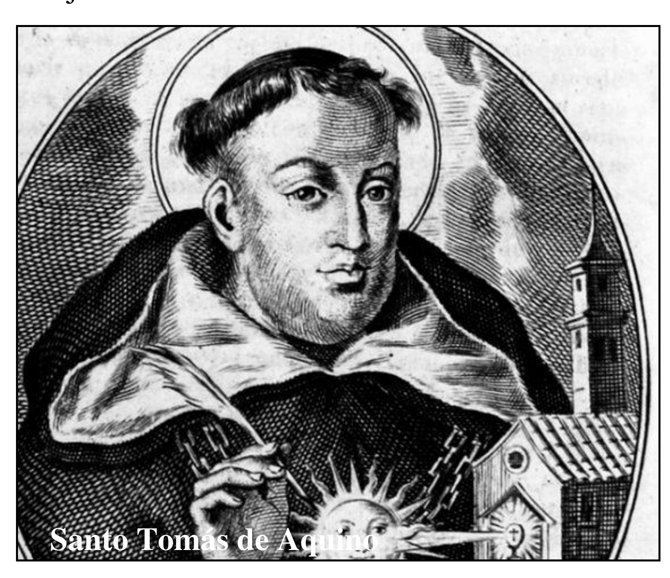
A diferencia del Universo cristiano, el aristotélico es increado y eterno, y en él no caben los milagros, el dogma de la Eucaristía exige la presencia real del cuerpo de Cristo en la hostia consagrada, pero, como es manifiesto, en ella se conservan los accidentes del pan, y no es posible imaginar, según Aristóteles, que estén incorporados a una sustancia distinta, era necesaria la intervención de la teología para conciliar ambos sistemas de creencias en un sólido corpus doctrinario en el que se dieran cita, a la vez, el prestigio de la filosofía aristotélica y la autoridad bíblica; por fundarse en verdades reveladas, el cristianismo es una religión y no una filosofía, pero su tremenda influencia en la Europa medieval, ya manifestada cuando aún subsistía el poder imperial romano, alcanzó también a la investigación filosófica.

Entre los siglos I y IV, mientras algunos eruditos cristianos consideraban insensata la antigua filosofía, otros la entendían como digna de consideración y antesala de la fe cristiana, estos últimos inauguraron con el tiempo dos tendencias filosóficas sucesivas en el seno del cristianismo, la primera, de carácter místico, ponía el acento en el vínculo del alma en gracia con Dios, privilegiando la contemplación de un mundo trascendente y divino, desentendiéndose de las cuestiones naturales y hallando su referente en la filosofía platónica, cuyo mayor exponente fue San Agustín, la segunda se desarrollará luego, una vez establecidos con precisión los dogmas cristianos, y querrá hallar las fuentes de la verdad y la salvación en el mundo concreto creado por Dios, en las manifestaciones del poder divino que se expresaban en el dinamismo y el orden de los fenómenos naturales.

De tendencia racionalista, su referente será Aristóteles y dará lugar a partir del siglo XII a la escolástica, cuyos expositores más relevantes serán San Alberto Magno y su discípulo, Santo Tomás de Aquino, declinante en la segunda mitad del siglo XIV, experimentará un nuevo auge a partir de mediados del siglo XVI, durante la Contrarreforma, período en el cual la Iglesia romana tratará de reconquistar para el catolicismo los territorios europeos en los cuales se habían arraigado las doctrinas protestantes.

Para Santo Tomás de Aquino, según lo testimonian los volúmenes de su Summa theologica, la razón humana llegaba al límite en el que confluían el orden natural y el sobrenatural; muchas verdades reveladas eran también cognoscibles por vía racional, y ello se aplicaba incluso a la existencia de Dios; la Escritura estaba destinada a la salvación de todos los hombres, doctos o no, pero en sentido estricto la filosofía sustituía a la teología en aquellas cuestiones de fe que podían poner en evidencia. Sin embargo, algunas de las verdades reveladas por los textos sagrados eran inaccesibles a la razón, y de allí que no pudieran ser totalmente reemplazados por la reflexión filosófica, Santo Tomás de Aquino utilizó el sofisticado andamiaje de la metafísica de Aristóteles.

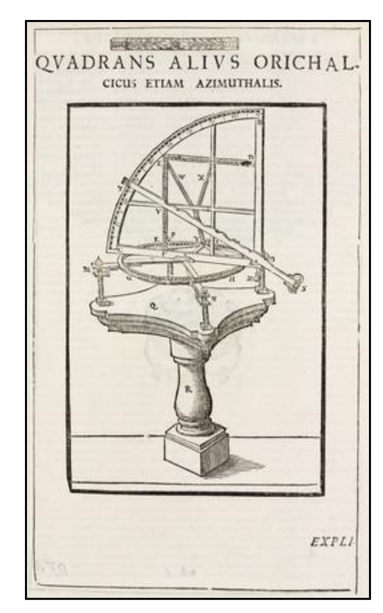

San Alberto Magno


Santo Tomás de Aquino

Europa y el Islam

Al participar en actividades de traducción de obras científicas y filosóficas árabes durante el Siglo XII Europa estableció un estrecho contacto cultural con el Islam, contacto que no cesó a partir de entonces; Alfonso X, rey español del Siglo XIII, hizo un intento, sin éxito, tal vez porque la Iglesia desaprobaba la astrología y la percepción de la utilidad de la astronomía en el mundo cristiano era bastante débil en comparación con la que prevalecía en el Islam, de trasladar la tradición islámica de construir observatorios a Europa occidental.

En el Siglo XVI la situación cambió, el conocimiento de la astronomía había ganado en profundidad y amplitud en comparación con el del siglo XIII, Europa se las había arreglado para mantenerse al corriente de casi todo tipo de desarrollo del conocimiento astronómico, tanto teórico como práctico, que había tenido lugar en el mundo islámico, el paralelo observado entre los instrumentos de Taqî al-din y los de Tycho Brahe, siendo el resultado del conocimiento que había venido de tierras islámicas (el cuadrante mural de Brahe, es del tipo desarrollado en el Islam oriental), en el Observatorio Kassel de Guillermo IV, el cuadrante azimutal, probablemente data de la época de al-Ma'mun como instrumento de observación, siendo indicativo de la influencia del Islam oriental, incluso hay paralelismos entre ciertas visiones de Brahe en astrología y las del Islam, que prosperaron en los círculos otomanos, en la astronomía, indudablemente, hubo intercambio de ideas y, sobre todo, transferencia de conocimientos.



El propio Copérnico debía mucho al conocimiento derivado del Islam oriental, su regla paraláctica giratoria es un claro testimonio de este hecho, este instrumento, que era peculiar del Islam oriental , probablemente nunca se usó fuera de los círculos de los Observatorios de Maraghe y Samarqand, además, al elaborar los detalles de su sistema, Copérnico recurrió al uso de epiciclos dobles de la misma manera que Ibn ash-Shâtir lo había hecho 200 años antes, también usó un dispositivo que constaba de dos círculos, cuyos radios tienen una relación de dos a uno, el círculo más pequeño rodando dentro del más grande, permaneciendo siempre tangente a él, dispositivo que había sido utilizado con el mismo propósito en el siglo XIII por Nasiruddin at-Tûsî, del Observatorio Maraghe, estas similitudes también fueron el resultado del conocimiento recibido por Copérnico proveniente de eruditos musulmanes.


Copérnico



A principios del siglo XVI, toda la península de los Balcanes e incluso parte de Europa central habían quedado bajo el dominio turco, durante el reinado de Mehmed II el Conquistador y Solimán el Magnífico, el contacto cultural entre Turquía y Europa había alcanzado su punto máximo y era especialmente animado en Estambul, que con su comercio marítimo, y sus prósperas colonias, era una metrópoli muy adecuada para el tráfico de ideas y el contacto cultural entre Oriente y Occidente; en sí misma era el principal representante y depositario de la ciencia y la cultura islámicas, en los siglos XV y XVI Europa estaba bien informada y se había mantenido al tanto de los desarrollos en astronomía teórica y práctica que se habían descubierto en el Islam oriental.

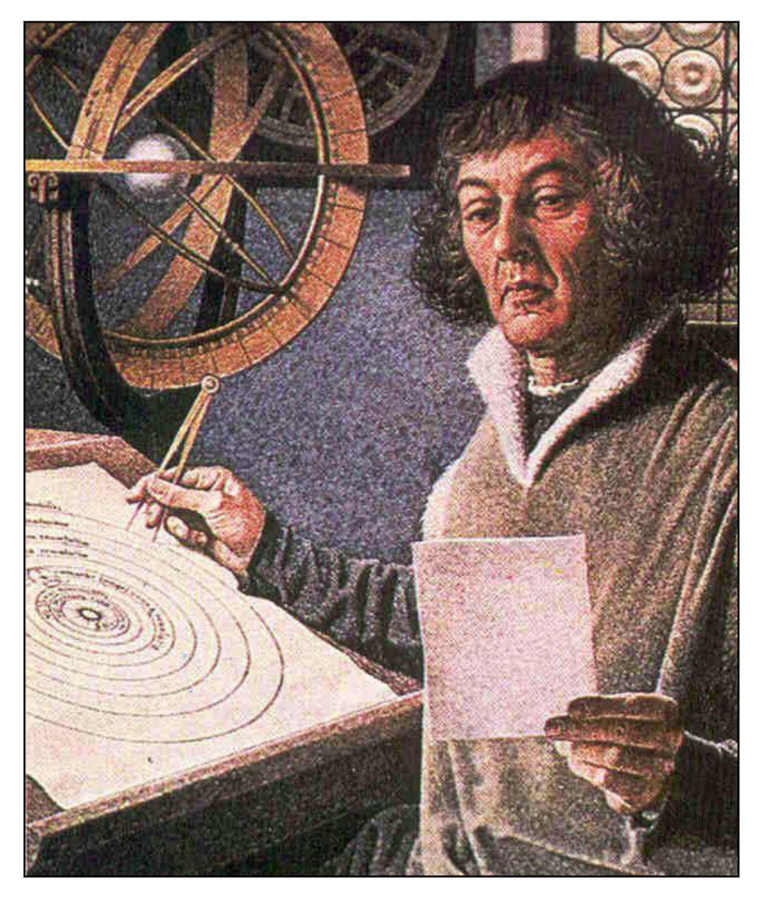

Mehmed II el Conquistador


Solimán el Magnífico

Nicolás Copérnico

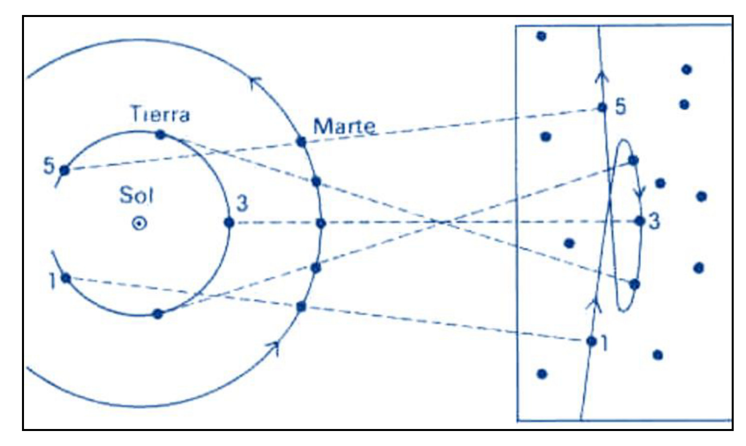
Nacido en Thorn, Polonia, fue durante toda su vida un hijo dilecto de la Iglesia, educado por su tío, un obispo, estudió matemática en Cracovia, y más adelante astronomía, medicina y leyes en las universidades de Bolonia, donde trabajó con Domenico Novara, famoso astrónomo adepto al neoplatonismo; Padua y Ferrara.

Finalmente se instaló en la ciudad prusiana de Frauenberg, de cuya catedral fue médico y administrador, allí se dedicó a redactar el libro que había concebido durante su permanencia en Italia y que después de su publicación en 1543, el mismo año de su muerte, se convertiría en la obra fundacional de la revolución científica.



En su momento, Oresme, Nicolás de Cusa y otros, al menos hipotéticamente, habían presentado argumentos destinados a mostrar la posibilidad del movimiento terrestre, pero ninguno de ellos era astrónomo profesional, por lo que carecían de la alta competencia necesaria para enfrentar la complejidad técnica de la tradición ptolemaica.

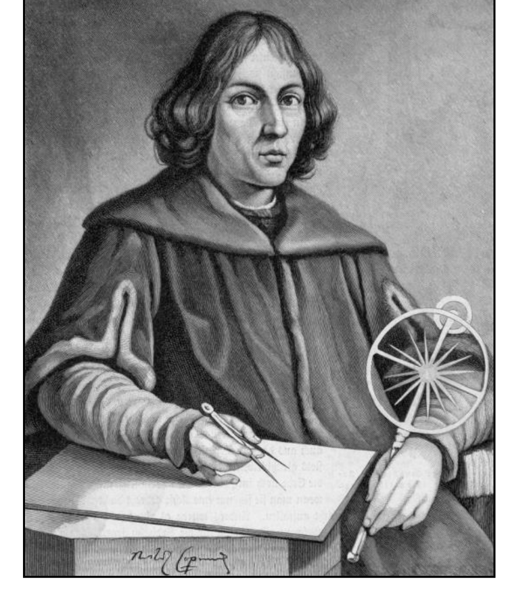
Copérnico fue el primero en hacerlo, en su obra "De revolutionibus", el astrónomo abandonaba el milenario instrumento astronómico geocéntrico y retomaba el modelo de Aristarco de Samos, asignando al Sol el centro del Universo y a la Tierra un doble movimiento, de rotación alrededor del eje polar y de revolución alrededor del Sol, a la vez que inmovilizaba a la esfera de las estrellas fijas, también supuso que la Tierra realizaba un tercer movimiento, que en el Siglo XVII, Galileo Galilei demostró que era innecesario, la eclíptica era ahora la intersección de la esfera celeste con el plano en el cual describía su órbita el centro de la Tierra y en cuyas proximidades se hallaban en todo momento los planetas; las estaciones del año resultaban de la inclinación del eje terrestre con respecto a dicho plano.



Copérnico confiaba en que un instrumento astronómico basado en estas suposiciones no sólo sería más eficaz sino que se correspondería con las exigencias de Platón: armonía, sencillez, belleza, en el prefacio de su obra, dedicada al papa Paulo II, denunciaba no sólo los magros resultados que producían las construcciones basadas en el Almagesto, su misión principal que se impuso fue la de eliminar al sistema ptolemaico, su carencia de elegancia, simplicidad y economía de recursos, inclinado a remitirse a ciertos nombres de la sabiduría antigua en apoyo de su tesis heliocéntrica, como era de rigor entonces, Copérnico opta por escoger a los pitagóricos Aristarco, Heráclides, Filolao y Ecfanto.

Las módicas convicciones neoplatónicas adquiridas en los centros humanistas italianos que frecuentó en su juventud, fueron evidentes, y al heliocentrismo copernicano se lo llamaba la opinión (o doctrina) pitagórica, la eficacia del nuevo instrumento debía ser confirmada por su correspondencia con las observaciones astronómicas, y por ello también debió recurrir, atrapado como los astrónomos de la tradición ptolemaica, a agregar construcciones auxiliares tales como epiciclos menores excéntricos, aunque se negó a adoptar el antiestético ecuante, incluso, aunque en el sistema el Sol ocupaba el centro del Universo, el centro de la deferente terrestre no coincidía con él, la Tierra no giraba alrededor del Sol, en tanto instrumento de cálculo, el modelo copernicano resultó al menos tan complejo como el de sus antecesores ptolemaicos y no más eficaz en cuanto a predicciones, tampoco Copérnico había resuelto el problema de los planetas.

En su obra "De revolutionibus", Copérnico incluye consideraciones cosmológicas, y en particular las objeciones habituales que podían ser formuladas a los adherentes a la hipótesis del movimiento terrestre, algunas provenientes del sentido común, nada hubo que temer, por el contrario, desde el ámbito católico, Copérnico había sido un hombre vinculado a la Iglesia, procedía al modo instrumentalista (según se creía mayoritariamente en virtud de la presentación de Osiander) y podían por tanto delegarse las complejidades técnicas del libro en manos de los profesionales de la astronomía.



El modelo permitía explicar el movimiento aparente de los planetas por lo menos tan bien como las esferas de Ptolomeo, pero molestó a mucha gente, en 1616 la Iglesia católica colocó el libro de Copérnico en su lista de libros prohibidos hasta su corrección por censores eclesiásticos locales, donde permaneció hasta 1835, incluso algunos de los admiradores de Copérnico dijeron que él no había creído realmente en un Universo centrado en el Sol, sino que se había limitado a proponerlo como un artificio para calcular los movimientos de los planetas.

Al seguir considerando la Tierra como punto fijo de referencia, veían en el sistema de Copérnico un hábil modelo matemático, un poco más complicado que el de Ptolomeo, pero que no constituía una verdadera descripción del mundo físico, en verdad, nada probaba la evidencia de una Tierra en movimiento y de un Sol central inmóvil.

El enfrentamiento histórico entre las dos concepciones del Cosmos centrado en la Tierra o centrado en el Sol alcanzó su punto culminante en los Siglos XVI y XVII en la persona de un hombre que, como Ptolomeo, era astrólogo y astrónomo a la vez, vivió en una época en que el espíritu humano estaba aprisionado y la mente encadenada; en que las formulaciones eclesiásticas hechas sobre cuestiones científicas se consideraban más fidedignas que los descubrimientos contemporáneos realizados con técnicas inaccesibles en la antigüedad; en que toda desviación incluso en materias teológicas arcanas, con respecto a las preferencias doxológicas dominantes tanto católicas como protestantes, se castigaba con la humillación, la tribulación, el exilio, la tortura o la muerte, los cielos estaban habitados por ángeles, demonios y por la mano de Dios, que hacía girar las esferas planetarias de cristal, no había lugar en la ciencia para la idea de que subyaciendo a los fenómenos de la naturaleza pudiese haber leyes físicas, pero el esfuerzo valiente y solitario de este hombre iba a desencadenar la revolución científica moderna; en la segunda mitad del Siglo XVI ciertos astrónomos y teólogos católicos habían puesto en evidencia el realismo copernicano, pero las autoridades romanas no tomaron por entonces decisión alguna que pudiese ser entendida como una censura a las afirmaciones de Copérnico; los astrónomos recibieron el libro con interés profesional, en él se proponían nuevos procedimientos de cálculo, pero, salvo unas pocas excepciones, se hallaban lejos de sentirse motivados por las consideraciones cosmológicas del autor, durante el Siglo XVI, la obra que sería fundacional de la revolución científica no parecía haber sido escrito.

En la época del astrónomo polaco la astronomía geocéntrica llevaba reinando más de mil años; su éxito se debía a que concordaba perfectamente con la imagen que el hombre tenía de sí mismo y con la física primitiva de Aristóteles, cierto es que prelados instruidos advertían que la Semana Santa llegaba demasiado pronto en el calendario anual, y unos pocos astrólogos sabían que la posición de los planetas divergía a veces, en varios grados, de la que podía preverse con las tablas basadas en la venerable teoría de Ptolomeo, la astronomía siguió enfrentada después de Copérnico con tantos problemas como antes, ya que el calendario continuó siendo el mismo y las previsiones sobre los planetas apenas mejoraron.

Hacia 1515 había comenzado apenas el manuscrito de su obra "De revolutionibus", la que iba a contener al mismo tiempo su nueva cosmología y una cuidadosa revisión de las observaciones antiguas y recientes sobre los planetas, los eruditos tampoco sabían por qué Copérnico adoptó una concepción heliocéntrica del Cosmos, dado que las informaciones con que se contaba en aquella época no permitían probar ni desmentir su teoría, toda ella se hallaba impregnada de un sentimiento eufórico de la belleza.

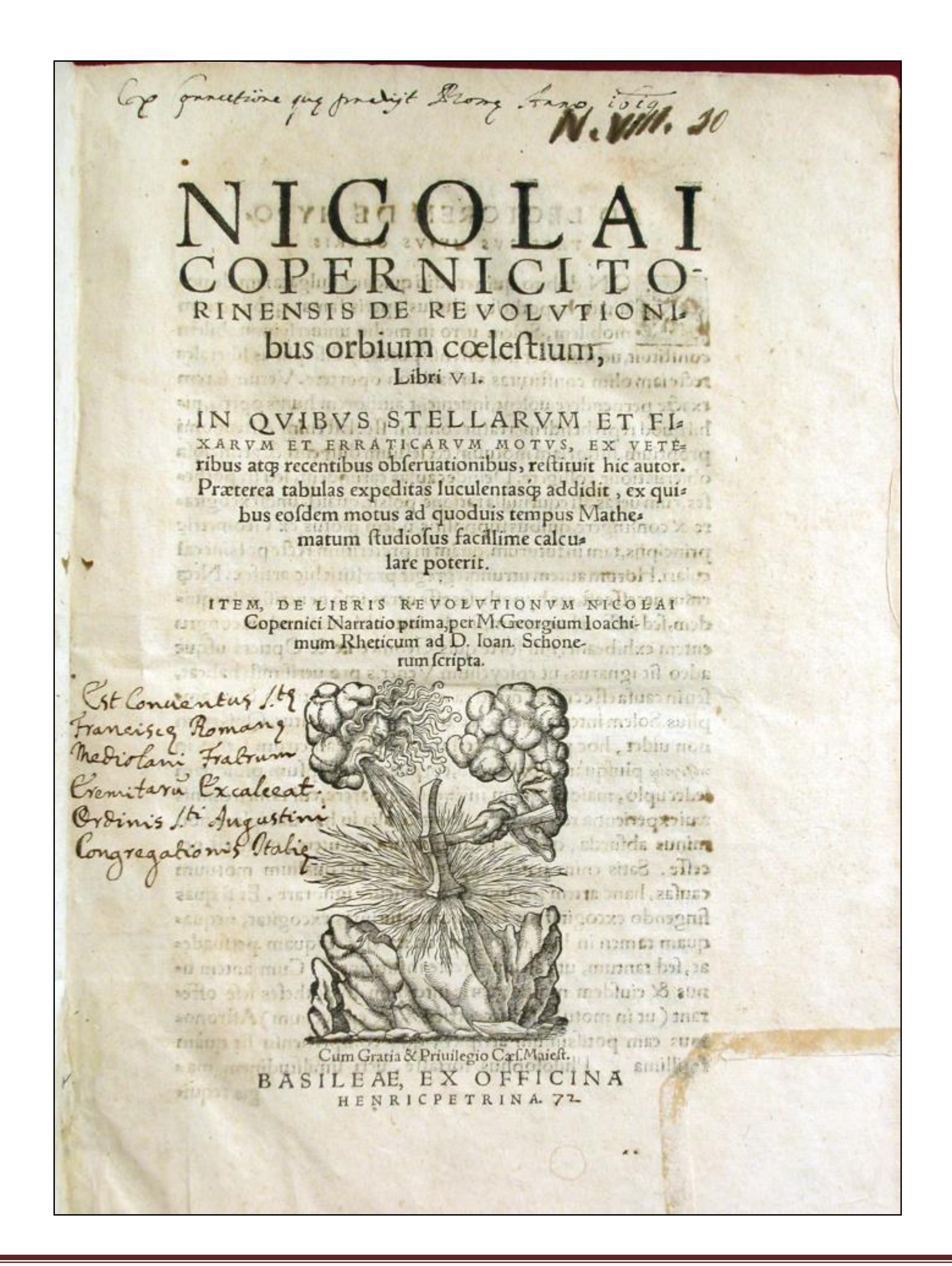
El hecho curioso y casi olvidado de que la revolución copernicana estuvo a punto de no producirse, veinte años después de comenzar su libro Copérnico se sentía agotado, pasados ya los 60 años de edad, había escrito el tratado de astronomía más profundo; sin embargo, había algunos detalles técnicos a los que les faltaba una ordenación lógica y que aun debían ser pulidos antes de adoptar su forma definitiva, su manuscrito era una obra ilustrada con dibujos y con láminas a dos colores, pero esos folios habían sido al parecer concebidos como el producto final, no destinado a la impresión ni a la difusión.

Sus funciones de canónigo de la catedral de Frauenberg, le habían procurado la seguridad económica y el tiempo necesario para la meditación, pero le privaban de un medio intelectual que pudiera estimularle, no tenía Copérnico con quién hablar de su libro admirable que le ocupó tantos años de meditación y de trabajo, aunque había encontrado obras impresas que resultaron indispensables para sus propios estudios, la imprenta seguía siendo un invento relativamente reciente de cuyo auge inicial él mismo fue testigo, aun no había impresores en Frauenberg y Copérnico, que ya había envejecido, no tenía al parecer la intención de publicar su obra en otro lugar, así, "De revolutionibus" parecía condenado a terminar olvidado e ignorado.

Pero en 1539, hacia el final de la vida de Copérnico, apareció en Frauenberg un joven matemático alemán, ávido de conocer en detalle las ideas del astrónomo, Joachim Rheticus, que a los 25 años era ya profesor de Wittenberg, había oído algunos rumores sobre la innovadora teoría astronómica de Copérnico; aunque Rheticus provenía de un hogar luterano, Copérnico lo acogió cordialmente y sin temor.

Estimulado por el entusiasmo de su joven discípulo, Copérnico introdujo las últimas revisiones en su obra y le confió una copia a fin de que la publicara, Rheticus llevó el manuscrito a un impresor de Núremberg, quien en 1543 terminó de imprimir varios centenares de ejemplares que fueron vendidos a eruditos y bibliotecas de toda Europa, fue así como la naciente técnica de la imprenta pudo desempeñar un papel absolutamente decisivo en la preservación y difusión de la nueva astronomía.

Los lectores del tratado de Copérnico aceptaron de buen grado sus novedosas observaciones sobre los planetas y la meticulosa atención con que analizaba en detalle las órbitas planetarias, pero la concepción heliocéntrica del mundo encontró escasa aceptación, a fines del siglo XVI, la idea de una Tierra en movimiento atraía poco a la mayoría de los astrónomos.



NICOLAI
COPERNICI TO-
RINENSIS DE REVOLVTIONI-
bus orbium cœlestium,
Libri VI.

IN QVIBVS STELLARVM ET FI-
XARVM ET ERRATICARVM MOTVS, EX VETE-
ribus atq; recentibus obseruationibus, restituit hic autor.
Præterea tabulas expeditas luculentasq; addidit, ex qui-
bus eosdem motus ad quoduis tempus Mathe-
matum studiosus facillime calcu-
lare poterit.

ITEM, DE LIBRIS REVOLVTIONVM NICOLAI
Copernici Narratio prima, per M. Georgium Ioachi-
mum Rheticum ad D. Ioan. Schone-
rum scripta.

Est Conuentus S.ti Francisci Romani Mediolani Fratrum Eremitarũ Excalceat. Ordinis S.ti Augustini Congregationis Italiæ

Cum Gratia & Priuilegio Cæs. Maiest.
BASILEAE, EX OFFICINA
HENRICPETRINA.

Giordano Bruno

Nació en Nola, cerca de Nápoles, viajó por Génova, Savona, Turín, Venecia, Padua enseñando gramática y cosmogonía a los niños para ganarse la vida, al mismo tiempo, estudió intensamente las obras de Nicolás de Cusa, Bernardino Telesio y adoptó el sistema de Nicolás Copérnico, lo que le valió ser combatido tanto por los católicos como por los protestantes, expresó en escritos y conferencias sus ideas científicas acerca de la pluralidad de los mundos y sistemas solares, el heliocentrismo, la infinitud del espacio y el Universo y el movimiento de los astros.



En 1583 viajó a Inglaterra, tras ser nombrado secretario del embajador francés Michel de Castelnau, allí se convirtió en asiduo concurrente a las reuniones del poeta Philip Sidney, enseñó en la Universidad de Oxford la nueva cosmología copernicana, atacando las ideas tradicionales, después de varias discusiones, abandonó Oxford, vivió en diversos países protestantes, donde escribió muchos trabajos en latín sobre cosmología, física, magia y el arte de la memoria, llegó a demostrar, aunque por métodos falaces, que el Sol es más grande que la Tierra.

En 1586 expuso sus ideas en la Sorbona y en el Colegio de Cambrai, y enseñó filosofía en la Universidad de Wittenberg, en 1588 viajó a Praga, donde escribió artículos dedicados al embajador de España Guillem de San Clemente y al emperador Rodolfo II, sus escritos más importantes fueron "De umbris idearum" (1582), "La cena de las cenizas" (1584), "Del Universo infinito y los mundos" (1584) y "Sobre la causa, el principio y el uno" (1584).

La Inquisición veneciana lo encarceló el 23-5-1592, reclamado por Roma, se ordenó su encierro de Giordano en el Palacio del Santo Oficio, en el Vaticano, estuvo en la cárcel durante ocho años mientras se disponía el juicio (bajo el tribunal de Venecia) en el que se le adjudicaban cargos por blasfemia, herejía e inmoralidad; así como por sus enseñanzas sobre los múltiples sistemas solares y sobre la infinitud del Universo.

La Inquisición lo acusó inicialmente por sus ideas antidogmáticas, sus reflexiones sobre cuestiones de cosmología y su atracción por la magia dieron gradualmente lugar a una impresionante lista de acusaciones, al final, impugnaron el conjunto de su pensamiento, en febrero de 1593, fue encarcelado en las prisiones del Santo Oficio, el juicio se prolongó durante otros dos años, antes de tomar la decisión de realizar un estudio en profundidad de sus obras, que fueron censuradas y posteriormente quemadas en la plaza de San Pedro.

Desde su celda, terminó de escribir una declaración para su defensa, y presentó su alegato final el 20-12-1594 ante el Santo Oficio, el juicio fue interrumpido durante seis meses, tiempo durante el cual continuó defendiendo activamente su teoría de los infinitos mundos, a veces afirmando que estaba dispuesto a retractarse, y otras declarando que era fiel a sus ideas, por lo tanto, el cardenal Belarmino elaboró una lista de las teorías consideradas heréticas, sobre las que Bruno de nuevo vaciló antes de negarse categóricamente a renunciar a ellas, tras una condena de más de ocho años, fue quemado vivo el 17-02-1600 en el Campo de Fiori, Roma.

El 9-06-1889, se erigió por suscripción internacional una estatua en el lugar de su muerte, exaltando su figura como mártir de la libertad de pensamiento y de los nuevos ideales. Según Isaac Asimov, su muerte tuvo un efecto disuasorio en el avance científico de la civilización, particularmente en las naciones católicas, a pesar de esto sus observaciones científicas continuaron influyendo en otros pensadores, y se le considera uno de los precursores de la revolución científica.

Tycho Brahe

Nació en 1546 en Knudstrup, Escania, en aquel entonces perteneciente a Dinamarca y después a Suecia, el joven Tycho fue criado por Joergen Brahe, un tío suyo que no tenía hijos propios y que se lo llevó a su residencia de Tostrup cuando tenía poco más de un año, la intención de Joergen era que Tycho siguiera, como él mismo, una carrera al servicio del rey por lo que le proporcionó una sólida formación humanística en latín y en 1559, a la edad de 13 años, lo envió a la Universidad de Copenhague.

Fue durante su estancia allí cuando, el 21-08-1560, se produjo un eclipse de Sol, acontecimiento cuya previa predicción causó una enorme impresión al joven Tycho, a partir de ese momento, y con la aparente indulgencia de su tío, dedicó el tiempo que pasó en Copenhague a estudiar matemáticas y astronomía, más tarde, en 1562, dejó Dinamarca para completar su educación y marchó a la Universidad de Leipzig con la intención de estudiar leyes, aunque la mayor parte del tiempo la dedicaba a sus primeras observaciones astronómicas; durante su estancia allí, a raíz de una conjunción entre Júpiter y Saturno que se produjo el 24-08-1563, fue cuando se dio cuenta de los errores en que incurrían las previsiones astronómicas hasta de un mes, e incluso en las tablas más precisas, varios días.



Se marchó de Leipzig 1565 y regresó a Copenhague por indicación de su tío, que lo consideró conveniente a causa de las complicaciones de la guerra entre Suecia y Dinamarca en algunas de cuyas batallas navales participó él mismo, casi inmediatamente, falleció Joergen a causa de las complicaciones de salud que le provocó auxiliar al rey Federico II cuando este cayó al agua desde un puente del castillo de Copenhague, a pesar de que la familia de Tycho se oponía a su interés por la astronomía, este había recibido la herencia de su tío y pudo continuar por sí mismo su formación, en 1566 emprendió un viaje, visitando primero la Universidad de Wittenberg y se estableció luego en Rostock, cuya universidad se titularía, realizando estudios que incluían astrología, alquimia y medicina

A finales de 1566, una disputa con otro aristócrata danés culminó en un duelo en el que un golpe arrancó a Tycho la parte superior de la nariz, a partir de entonces, para ocultar la herida, debió utilizar siempre una prótesis especialmente fabricada en oro y plata.

En 1568 el rey Federico II le ofreció el primer puesto de canónigo que quedara vacante en la catedral de Roskilde, puesto que en aquel entonces no conllevaba obligaciones religiosas y se dedicaba a estudiosos por designación real, Tycho continuó con sus viajes, visitando de nuevo Wittenberg y, después de una temporada en Basilea se instaló a principios de 1569 en Augsburgo donde continuó con sus observaciones astronómicas ayudándose de un gigantesco cuadrante de 6 m de radio que se hizo construir; en 1572 observó un extraño acontecimiento en Casiopea, sus observaciones sobre el astro, hoy conocido como la supernova SN 1572 o Nova Tycho, las resumió en un libro titulado “De nova stella”, en el que aparece por primera vez en el vocabulario astronómico la palabra Nova.

En 1574 Tycho Brahe daba clases y realizaba sus observaciones astronómicas en Copenhague, aunque un tanto insatisfecho de las condiciones de su trabajo barajó instalarse en Basilea, ante eso, y en vista de su creciente prestigio, para retenerlo el rey primero le ofreció que se instalara en un castillo real y después, en vista de su negativa, accedió a regalarle la pequeña isla de Hven, con el añadido de la construcción de una casa y la concesión de una renta, además de la casa, Tycho también levantó el que más tarde sería conocido como el Observatorio Uraniborg, bautizado así en honor de Urania, la musa de la astronomía.

La labor principal que desarrolló Brahe en las dos décadas que pasó trabajando en Uraniborg fue la rutinaria, aunque importantísima, de medir las posiciones de los planetas con respecto a las estrellas fijas, sus datos eran considerados los de mejor calidad de Europa, el 13-11-1577, divisó un cometa, fueron sus cálculos los que se consideraron la demostración definitiva de que su órbita discurría entre los planetas y no entre la Tierra y la Luna, sobre la base de sus observaciones publicó entre 1587 y 1588 el libro "Astronomiae instauratae progymnasmata" donde exponía un modelo del Universo intermedio entre los de Ptolomeo y Copérnico, en el que aunque la Tierra se consideraba fija y el Sol giraba en torno a ella, era el Sol el centro de las órbitas de los demás planetas.

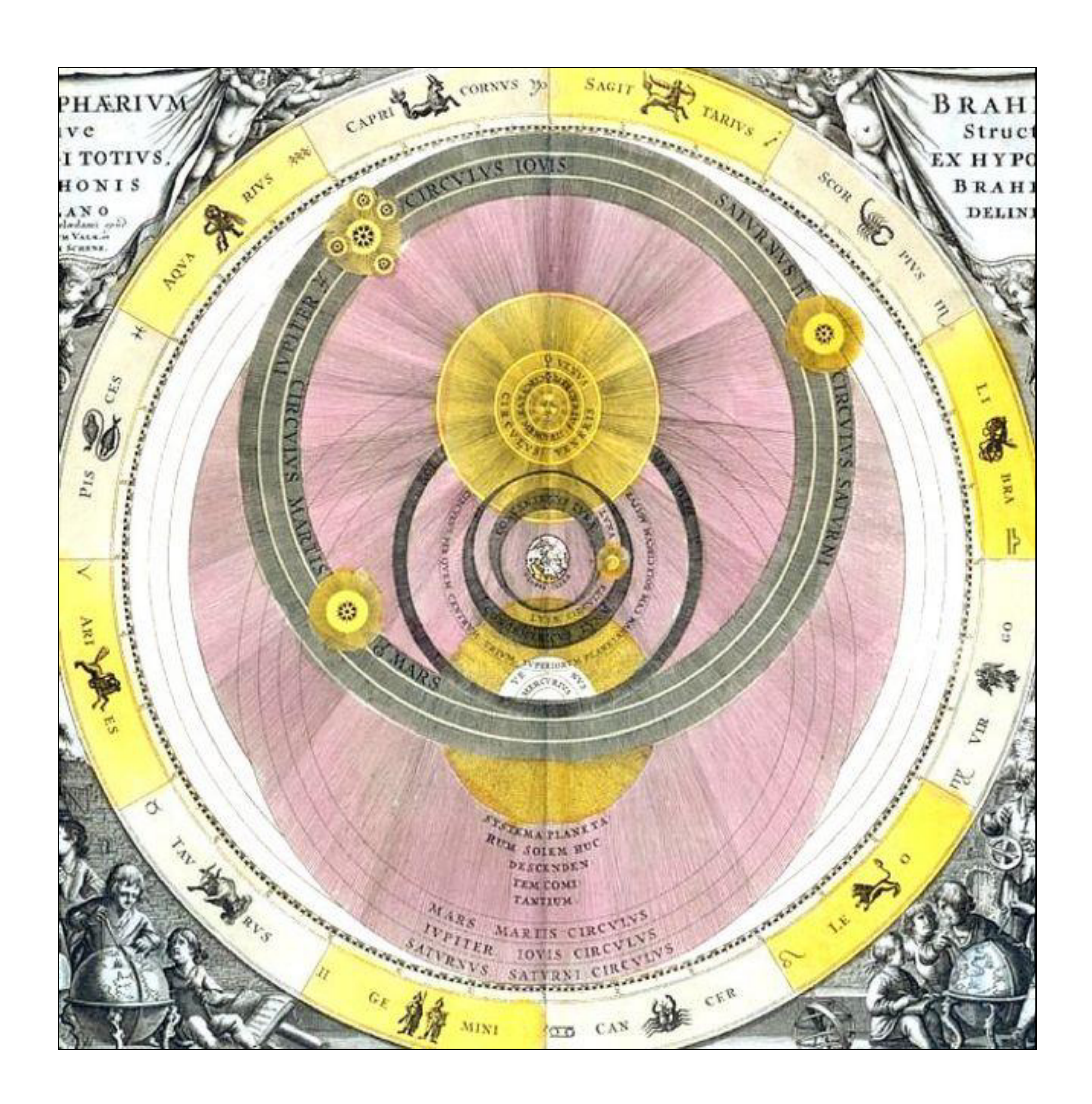
La posición de Tycho en Dinamarca comenzó a debilitarse en 1588 cuando murió el rey Federico II y la sucesión recayó en su hijo Cristián IV, como este solo tenía 11 años la responsabilidad del gobierno recayó en un consejo de nobles que en principio siguieron cumpliendo los términos previos del acuerdo real con Tycho, que ya era una celebridad y recibía a visitantes tan distinguidos como el rey Jacobo VI de Escocia, que había viajado a Dinamarca.



Aunque su trabajo continuaba, y llegó a compilar un catálogo de unas mil estrellas fijas en 1595, acumulaba problemas con sus tenencias en la zona y cada vez estaba menos cómodo con su posición, la situación empeoró aún más cuando en 1596 Cristián IV fue coronado y tomó medidas de ahorro como retirarle a Tycho sus propiedades continentales y reducir el presupuesto asignado al observatorio; en 1597 Brahe decidió abandonar Hven llevándose a sus ayudantes, los instrumentos transportables y hasta la prensa de imprimir; después de una temporada en Copenhague se instaló provisionalmente en Rostock; en 1599 llegó a Praga y fue recibido en audiencia por el mismo emperador, que le concedió el título de matemático imperial, una considerable renta y le dio a elegir entre tres castillos para instalar su observatorio, de los cuales Tycho escogió el situado en la localidad de Benatky, y luego encargó a su hijo mayor que trasladara desde Hven los instrumentos astronómicos que allí se habían quedado, aunque Tycho ya no realizaría más descubrimientos de importancia, en aquel momento ya mantenía correspondencia con la figura que finalmente mejor podría aprovechar su enorme caudal de datos, Johannes Kepler

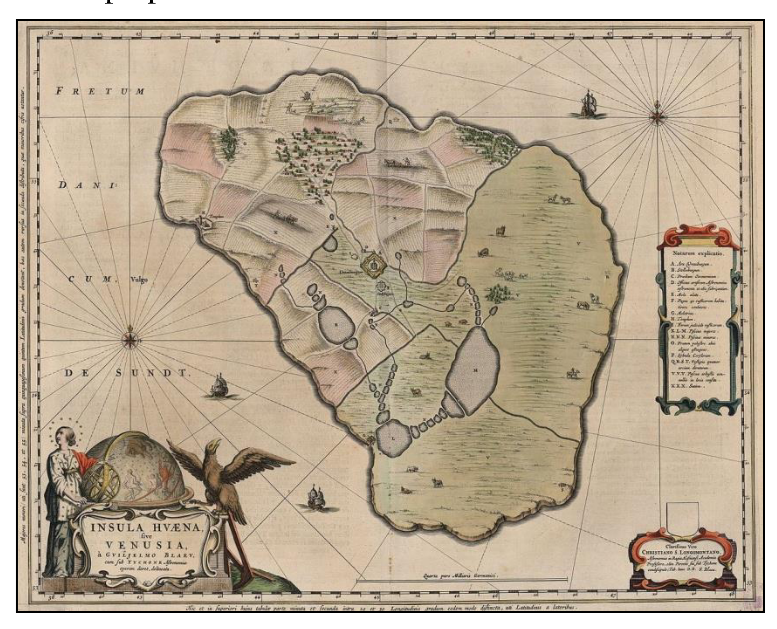
Brahe estaba convencido que la Tierra permanecía estática en relación al Universo porque, si así no fuera, debería poder apreciarse los movimientos aparentes de las estrellas, aunque tal efecto existe realmente y se denomina paralaje, la razón por la cual no lo comprobó es que no puede ser detectado con observaciones visuales directas, las estrellas están mucho más lejos de lo que se pensaba razonable en esa época.

En 1601 Tycho Brahe cayó gravemente enfermo, en su lecho de muerte encomendó a Kepler la tarea de terminar las Tablas rudolfinas y le cedió la responsabilidad de todos sus datos astronómicos con el encargo expreso de que demostrara sobre la base de ellos la validez de su modelo del Universo frente al de Copérnico.


CAPRI CORNVS
SAGIT TARIVS
SCOR PIVS
LI BRA
VIR GO
LE O
CAN CER
GE MINI
TAV RVS
ARI ES
PIS CES
AQVA RIVS
CIRCVLVS IOVIS
SATVRNVS
CIRCVLVS SATVRNI
IVPITER
CIRCVLVS MARTIS
MARS
SYSTEMA PLANETA RUM SOLEM HUC DESCENDEN TEM COMI TANTIUM
MARS MARTIS CIRCVLVS
IVPITER IOVIS CIRCVLVS
SATVRNVS SATVRNI CIRCVLVS

Observatorio Uraniborg

El rey Federico II de Dinamarca, cuya vida había sido salvada por el padrastro de Tycho, era un mecenas de la filosofía y de las artes, cuando Tycho era todavía un estudiante de 24 años, la atención del rey había sido atraída por el brillante joven, y le había prometido la prebenda de la primera canonjía que quedara vacante, en 1575, cuando su reputación había quedado ya establecida, Tycho efectuó una gira por Europa visitando a algunos amigos, en su mayor parte astrónomos, en Frankfurt, Wittemberg, Basilea, Ausgburgo y Venecia, entre ellos a Guillermo IV en Cassel, Francia; éste, devoto de la astronomía, se había construido un observatorio en una torre de Cassel, el y Brahe se entendieron tan bien que, después de la visita, Guillermo IV animó al rey Federico II a que le proporcionara a Tycho los medios necesarios para construir su propio observatorio.

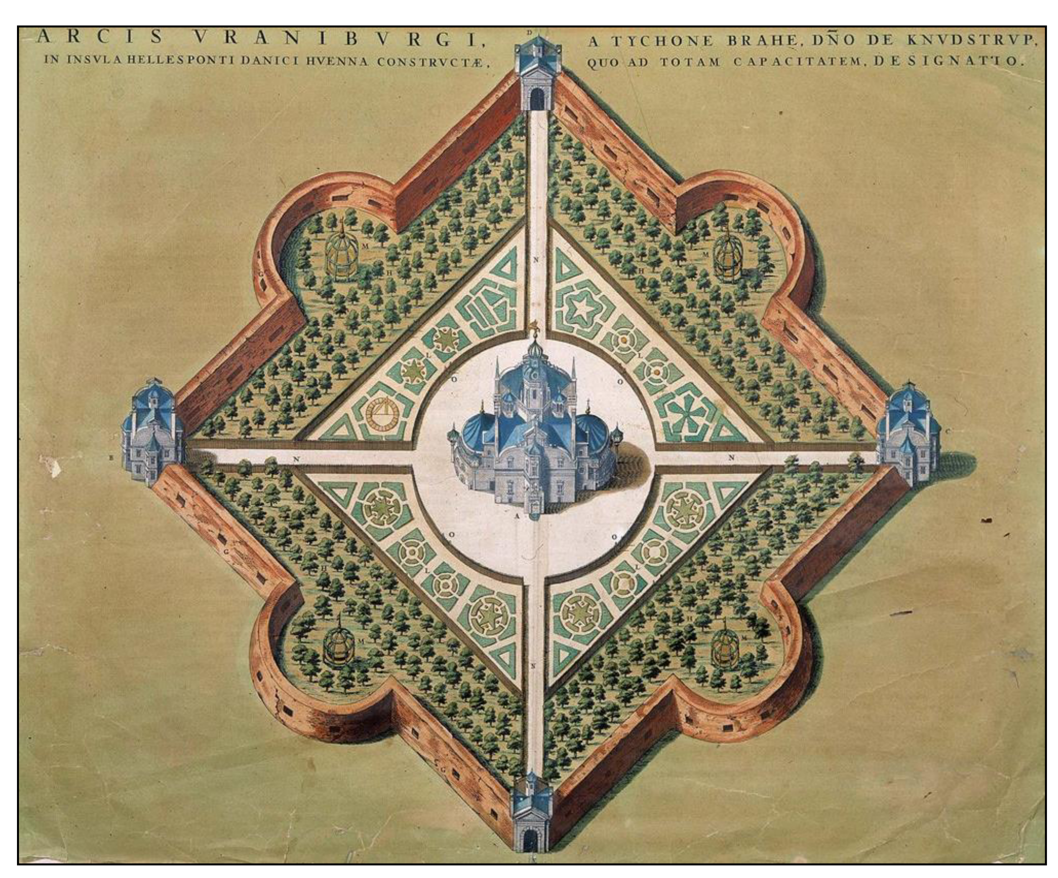


Cuando Tycho regresó a Dinamarca, Federico II le ofreció varios castillos, declinó el ofrecimiento porque había decidido fijar su residencia en Basilea, Suiza; Federico II se sintió realmente deseoso de conservar a Tycho para Dinamarca y 1576 envió a un mensajero con una orden real para que el astrónomo se presentara ante el rey, Tycho obedeció, y el rey le ofreció una isla (Hven) entre Copenhague y el Castillo de Elsinor, de 5 Km de largo y de más de 500 hs de extensión, alzada sobre escarpados acantilados junto al mar, allí Tycho debía construir su casa y observatorio a expensas del Estado danés, y además recibiría una renta anual, Tycho acepto la isla de Hven.

Los nuevos dominios de Tycho -que él llamó la Isla de Venus- tenía su propia y antigua tradición, también tenía algunas ruinas del Siglo XIII; sus habitantes estaban distribuidos en unas cuarenta granjas agrupadas en torno a un poblado, que se convirtieron en súbditos de Tycho, quien los gobernó como un déspota.



El observatorio de Tycho, Uraniburg, fue construido por un arquitecto alemán bajo la supervisión del astrónomo, era un símbolo del carácter de éste, y en él la meticulosa precisión se combinaba con una fantástica extravagancia, era una especie de fortaleza que hizo época en la historia de la arquitectura escandinava, tenía una fachada renacentista coronada por un domo en forma de cebolla flaqueada por torres cilíndricas, una de ellas con un techo móvil, que albergaban los instrumentos de Tycho y rodeada por galerías con relojes, cuadrantes solares, globos y figuras alegóricas, en el sótano se encontraba la prensa de Tycho, abastecida por su propio molino de papel, su horno de alquimia, También tenía su propia farmacia, su reserva de caza y estanques artificiales para la pesca.


ARCIS VRANIBVRGI,
IN INSVLA HELLESPONTI DANICI HVENNA CONSTRVCTÆ,
A TYCHONE BRAHE, DÑO DE KNVDSTRVP,
QUO AD TOTAM CAPACITATEM, DESIGNATIO.


ORTHOGRAPHIA PRÆCIPVÆ DOMVS ARCIS VRANIBVRGI

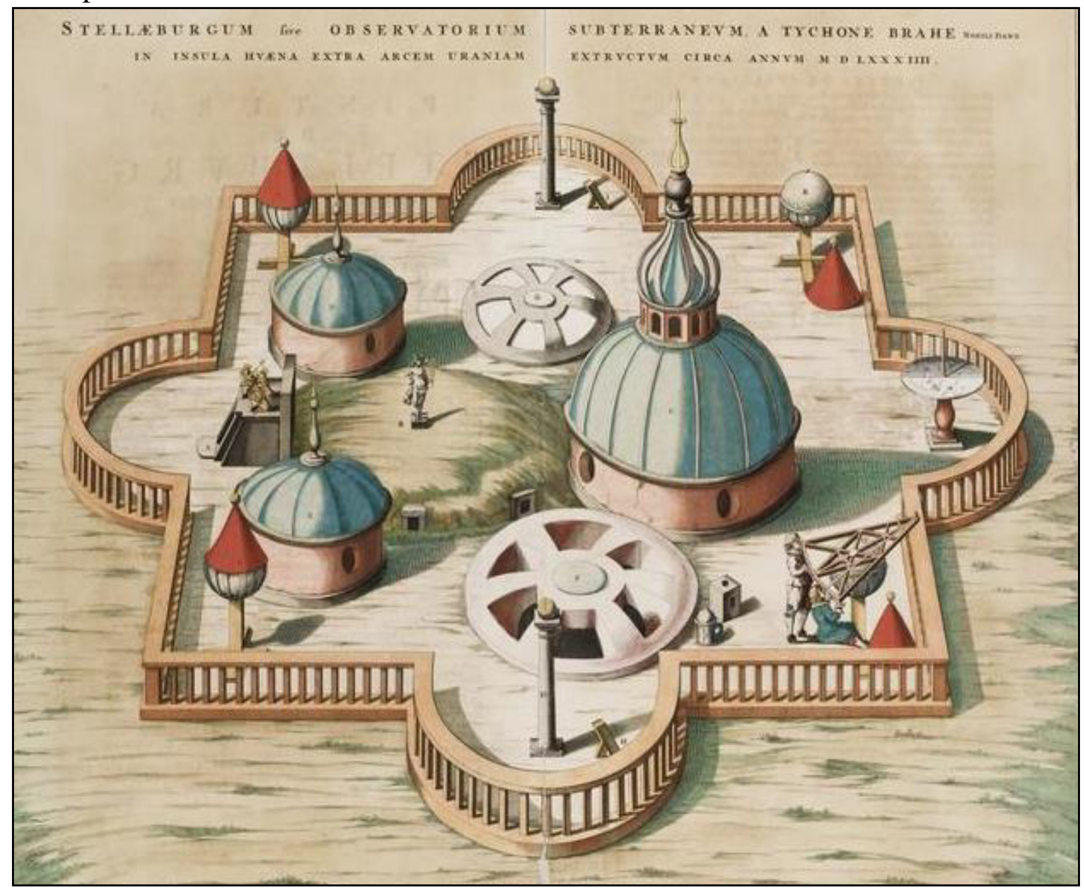
En la biblioteca se encontraba un gran globo celeste de 1,5 m de diámetro hecho de latón, sobre el cual durante 25 años fueron grabadas las estrellas fijas una a una, después de que sus posiciones correctas hubieran sido nuevamente determinadas por Tycho y sus ayudantes en el proceso de hacer un nuevo mapa del cielo.

En el estudio S-E estaba clavado en la pared el un espectacular arco de latón del más grande cuadrante de Tycho (4 m de diámetro) en su espacio interior había un mural representando a Tycho rodeado por sus instrumentos.

Más tarde, Tycho añadió a Uraniburg otro observatorio, el Stjerneborg (Castillo Estelar) que estaba construido enteramente bajo tierra para proteger los instrumentos de las vibraciones y del viento, con tan sólo los techos en forma de domo situados por encima del suelo, ambos edificios estaban llenos de aparatos y autómatas, incluidas algunas estatuas movidas por ocultos mecanismos, y un sistema de comunicación que le permitían hacer sonar una campanilla en la habitación de cualquiera de sus ayudantes., lo que hacía que sus invitados creyeran que los convocaba por medio de magia, los invitados eran sabios, cortesanos, príncipes y miembros de la realeza de1 rey Jaime VI de Escocia.

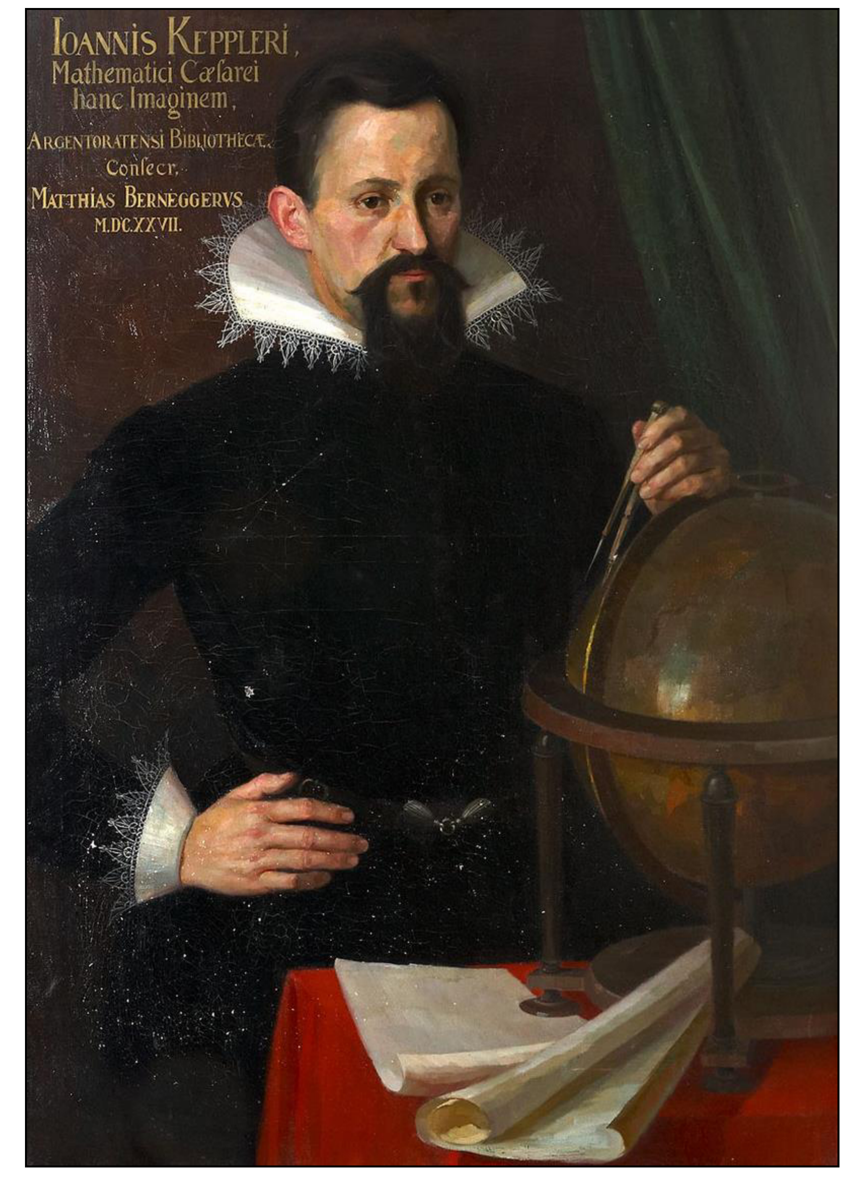
La vida en Uraniburg no era exactamente la que uno esperaría de la rutina de una comunidad intelectual, sino más bien la de una corte del renacimiento, había una continua sucesión de banquetes para visitantes distinguidos, presididos por el incansable bebedor anfitrión, que hablaba sobre las variaciones en la excentricidad de Marte, se aplicaba un ungüento en la nariz de plata, y arrojaba de vez en cuando golosinas a su bufón Jepp, que se sentaba a los pies de su dueño bajo la mesa y no cesaba de hablar en medio del ruido general.

Ambos observatorios estaban repletos de adornos y sus paredes llenas diagramas, inscripciones y figuras alegóricas; la mas impresionante estaba colocada en la pared de su estudio principal y representaba a los ocho astrónomos más importantes de la historia.



Johannes Kepler

Nació en Weil der Stadt, Alemania y fue enviado de niño a la escuela del seminario protestante de la ciudad de Maulbronn para que siguiese la carrera eclesiástica, este seminario era una especie de campo de entrenamiento donde adiestraban mentes jóvenes en el uso del armamento teológico contra la fortaleza del catolicismo romano, Kepler, tenaz, inteligente e independiente, se convirtió en una persona solitaria e introvertida, cuyos pensamientos se centraban en su supuesta indignidad ante los ojos de Dios, se arrepintió de miles de pecados no más perversos que los de otros y desesperaba de llegar a alcanzar la salvación, pero Dios se convirtió para él en algo más que una cólera divina deseosa de propiciación, la curiosidad del niño conquistó su propio temor, quiso conocer la escatología del mundo; se atrevió a contemplar la mente de Dios, estas visiones peligrosas, al principio tan insustanciales como un recuerdo, llegaron a ser la obsesión de toda una vida.

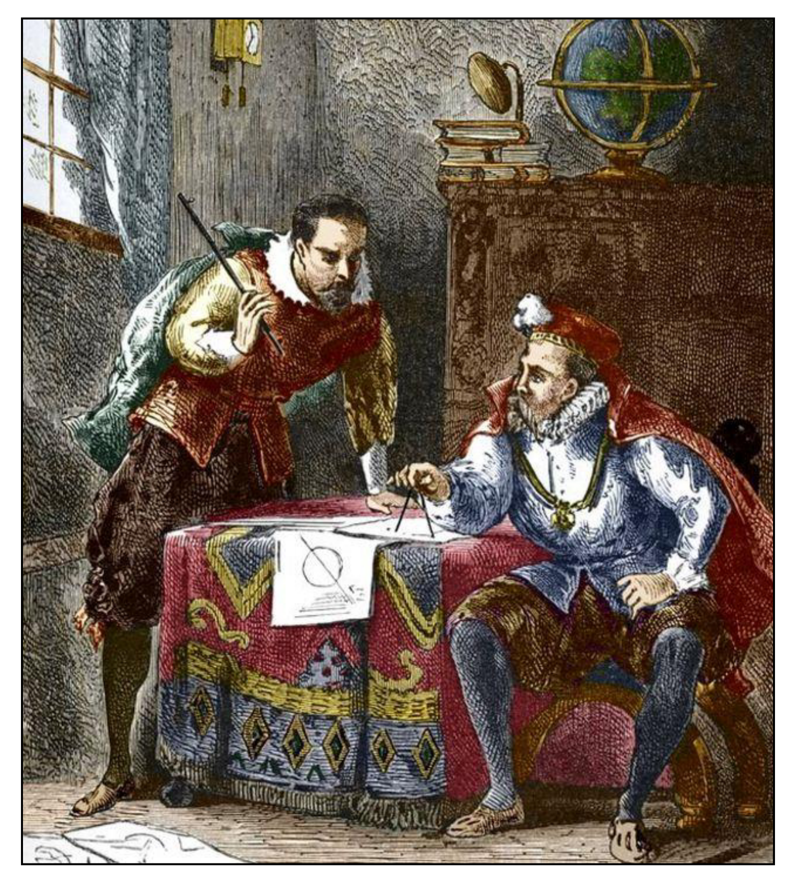


En Maulbronn, estudio teología, griego, latín, música y matemáticas, pensó que en la geometría de Euclides vislumbraba una imagen de la perfección y del esplendor cósmico, en medio de los éxtasis matemáticos, y a pesar de su vida aislada, las imperfecciones del mundo exterior debieron de haber modelado también su carácter, su actitud hacia la astrología fue ambigua toda su vida, se preguntaba por la posible existencia de formas ocultas bajo el caos aparente de la vida diaria.

En 1589, Kepler dejó Maulbronn para seguir los estudios de sacerdote en la Universidad de Tübingen, y este paso fue para él una liberación, confrontado a las corrientes intelectuales más importantes de su tiempo, su genio fue inmediatamente reconocido por sus profesores, uno de los cuales introdujo al joven estudiante en los peligrosos misterios de la hipótesis de Copérnico, abrazándose con fervor al Universo heliocéntrico, el Sol era una metáfora de Dios, alrededor de la cual giraba todo lo demás, antes de ser ordenado se le hizo una atractiva oferta para un empleo secular que acabó aceptando, quizás porque sabía que sus aptitudes para la carrera eclesiástica no eran excesivas. Le destinaron a Graz, Austria, para enseñar matemáticas en la escuela secundaria, y poco después empezó a preparar almanaques astronómicos y meteorológicos y a confeccionar horóscopos, fue un brillante pensador y un lúcido escritor, pero un desastre como profesor, se perdía en digresiones y a veces era totalmente incomprensible. Su primer año en Graz atrajo a un puñado escaso de alumnos; al año siguiente no había ninguno, una tarde de verano, sumido en los intersticios de una de sus interminables clases, le visitó una revelación que iba a alterar radicalmente el futuro de la astronomía.

En la época de Kepler sólo se conocían los planetas Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter y Saturno. Kepler se preguntaba por qué eran sólo seis, nunca hasta entonces se había preguntado nadie cuestiones de este tipo, se conocía la existencia de cinco sólidos regulares o platónicos, cuyos lados eran polígonos regulares, tal como los conocían los antiguos matemáticos griegos posteriores a Pitágoras. Kepler pensó que los dos números estaban conectados, que la razón de que hubiera sólo seis planetas era porque había sólo cinco sólidos regulares y que esos sólidos, inscritos o anidados uno dentro de otro, determinarían las distancias del Sol a los planetas, creyó haber reconocido en esas formas perfectas las estructuras invisibles que sostenían las esferas de los seis planetas; llamó a su revelación El Misterio Cósmico, la conexión entre los sólidos de Pitágoras y la disposición de los planetas sólo permitía una explicación: la Mano de Dios, el Geómetra. Kepler estaba asombrado de que él hubiera sido elegido por orden divina para realizar ese descubrimiento.

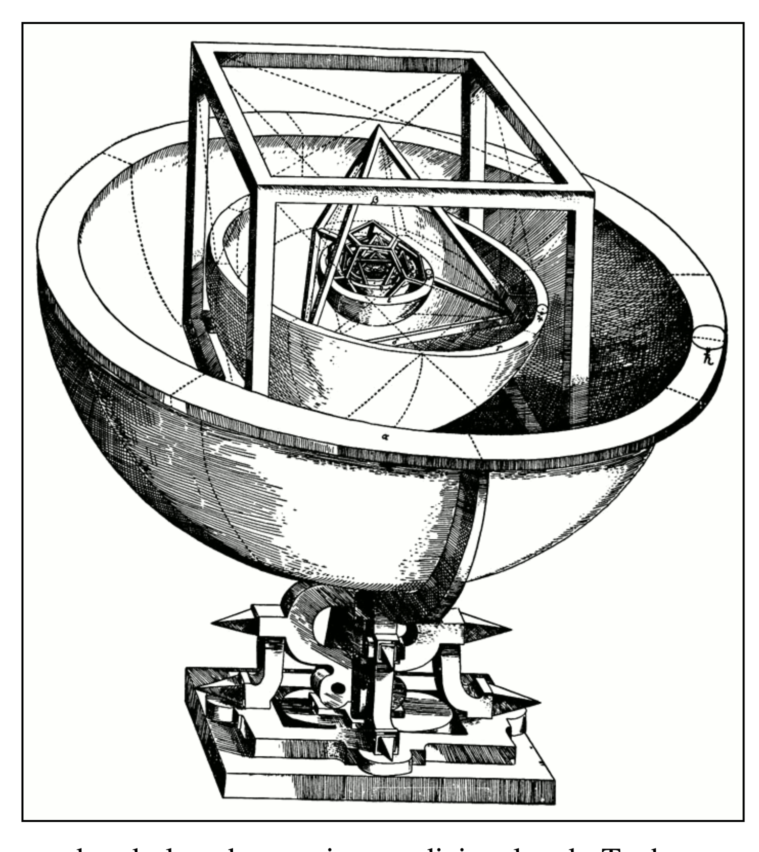
Presentó una propuesta para que el duque de Württemberg le diera una ayuda a la investigación, ofreciéndose para supervisar la construcción de sus sólidos anidados en un modelo tridimensional que permitiera vislumbrar a otros la grandeza de la sagrada geometría, añadió que podía fabricarse de plata y de piedras preciosas y que serviría también de cáliz ducal, la propuesta fue rechazada con el amable consejo de que antes construyera un ejemplar menos caro, de papel, a lo cual puso en seguida manos a la obra, pero a pesar de todos sus esfuerzos, los sólidos y las órbitas planetarias no encajaban bien. Sin embargo, la elegancia y la grandiosidad de la teoría le persuadieron de que las observaciones debían de ser erróneas.



Había entonces un solo hombre en el mundo que tenía acceso a observaciones más exactas de las posiciones planetarias aparentes, ese hombre era Tycho Brahe, casualmente y por sugerencia de Rodolfo, acababa de invitar a Kepler, cuya fama matemática estaba creciendo, a que se reuniera con él en Praga, sintió desconfianza ante el ofrecimiento de Tycho Brahe, pero otros tomaron la decisión por él; en 1598 lo arrastró la venidera guerra de los Treinta Años, el archiduque católico local, inamovible en sus creencias dogmáticas, juró que prefería convertir el país en un desierto que gobernar sobre herejes; excluidos del poder político y económico, la escuela de Kepler fue clausurada, y prohibidas las oraciones, libros e himnos considerados heréticos, quienes se negaban a profesar la fe católica y romana eran multados con un diezmo de sus ingresos, y condenados, bajo pena de muerte, al exilio perpetuo de Graz. Kepler eligió el exilio.

Pero Kepler seguía preocupado con su trabajo, se imaginó que los dominios de Tycho Brahe serían un refugio para los males del momento, el lugar donde se confirmaría su Misterio Cósmico, aspiraba a convertirse en un colega de Brahe, quien durante treinta y cinco años se había dedicado, antes de la invención del telescopio, a la medición de un Universo de relojería, ordenado y preciso. Las expectativas de Kepler nunca se cumplieron, el propio Tycho era un personaje extravagante, Kepler estaba impaciente por conocer los datos astronómicos de Tycho, pero éste se limitaba a darle de vez en cuando algún fragmento.

Cada uno sabía que por sí solo sería incapaz de conseguir la síntesis de un sistema del mundo coherente y preciso, sistema que ambos consideraban inminente, pero Tycho no estaba dispuesto a regalar toda la labor de su vida a un rival en potencia, mucho más joven, se negaba también, por algún motivo, a compartir la autoría de los resultados conseguidos con su colaboración, si los hubiera.



Tycho en su lecho de muerte legó sus observaciones a Kepler, quién se convirtió en el nuevo matemático imperial y consiguió arrancar a la familia de Tycho las observaciones del astrónomo, pero los datos no apoyaban más que los de Copérnico su conjetura de que las órbitas de los planetas estaban circunscritas por los cinco sólidos platónicos.

Su Misterio Cósmico quedó totalmente refutado por los descubrimientos muy posteriores de los planetas Urano, Neptuno y Plutón; los sólidos pitagóricos anidados tampoco dejaban espacio para la Luna y el descubrimiento por Galileo de las cuatro lunas de Júpiter era también desconcertante, en lugar de desanimarse, Kepler quiso encontrar más satélites y se preguntaba cuántos satélites tenía que tener cada planeta.

Después de tres años de cálculos creyó haber encontrado los valores correctos de una órbita circular marciana, que coincidía con diez de las observaciones de Tycho con un error de 2 min de arco, pero el éxtasis inminente de Kepler pronto se convirtió en tristeza, porque dos de las observaciones adicionales de Tycho eran incompatibles con la órbita de Kepler con una diferencia de 8 min de arco.

Kepler comprendió al final que su fascinación por el círculo había sido un engaño. La Tierra era un planeta, como Copérnico había dicho, y para Kepler era del todo evidente que la perfección de una Tierra arrasada por las guerras, las pestes, el hambre y la infelicidad, dejaba mucho que desear. Kepler fue una de las primeras personas desde la antigüedad en proponer que los planetas son objetos materiales compuestos, como la Tierra, de sustancia imperfecta. Y si los planetas eran imperfectos, ¿por qué no habían de serlo también sus órbitas? Probó con varias curvas ovaladas, las calculó y las desechó, cometió algunos errores aritméticos (que al principio le llevaron a rechazar la solución correcta), pero meses después probó la fórmula de una elipse y descubrió que encajaba con las observaciones de Tycho; Kepler había descubierto que Marte giraba alrededor del Sol siguiendo no un círculo sino una elipse.

En este tipo de órbitas el Sol no está en el centro, sino desplazado, en un foco de la elipse, cuando un planeta cualquiera está en su punto más próximo al Sol, se acelera, cuando está en el punto más lejano, va más lento, es éste el movimiento que nos permite decir que los planetas están siempre cayendo hacia el Sol sin alcanzarlo nunca, la primera ley del movimiento planetario de Kepler es simplemente la que un planeta se mueve en una elipse con el Sol en uno de sus focos.

Kepler descubrió que en una órbita elíptica las cosas eran distintas, el planeta, al moverse a lo largo de su órbita, barre dentro de la elipse una pequeña área en forma de cuña, cuando está cerca del Sol, en un período dado de tiempo traza un arco grande en su órbita, pero el área representada por ese arco no es muy grande, porque el planeta está entonces cerca del Sol; cuando el planeta está alejado del Sol cubre un arco mucho más pequeño en el mismo período de tiempo, pero ese arco corresponde a una área mayor, el Sol está ahora más distante; Kepler descubrió que estas dos áreas eran exactamente iguales, por elíptica que fuese la órbita: el área alargada y delgada correspondiente al planeta cuando está alejado del Sol, y el área más corta cuando está cerca del Sol, son iguales.

Las primeras dos leyes de Kepler pueden parecer algo remotas y abstractas: los planetas se mueven formando elipses y barren áreas iguales en tiempos iguales, años después, descubrió su tercera y última ley del movimiento planetario, una ley que relacionaba entre sí el movimiento de varios planetas, que daba el engranaje correcto del aparato de relojería del Sistema Solar, la describió en un libro llamado "Las armonías del Mundo"; la palabra armonía tenía para Kepler muchos significados: el orden y la belleza del movimiento planetario, la existencia de leyes matemáticas explicativas de ese movimiento una idea que proviene de Pitágoras e incluso la armonía en sentido musical, la armonía de las esferas, no satisfecho con haber extraído de la naturaleza las leyes del movimiento planetario, se empeñó en encontrar alguna causa subyacente aún más fundamental, alguna influencia del Sol sobre la cinemática de los mundos, los planetas se aceleraban al acercarse al Sol y reducían su velocidad al alejarse de él, los planetas lejanos sentían de algún modo la presencia del Sol, el magnetismo era también una influencia percibida a distancia, y, en una anticipación de la idea de la gravitación universal, sugirió que la causa subyacente estaba relacionada con el magnetismo, Kepler proponía que las leyes físicas cuantitativas válidas en la Tierra sostenían también las leyes físicas cuantitativas que gobiernan los cielos.

Kepler creía que dentro de esta sinfonía de voces, la velocidad de cada planeta correspondía a ciertas notas de la escala musical latina popular en su época: do, re, mi, fa, sol, la, si, do, en la armonía de las esferas, los tonos de la Tierra eran, según él, fa y mi, notas que correspondían directamente a la palabra latina hambre, decía, no sin razón, que esa única y lúgubre palabra era la mejor descripción de la Tierra.

Justamente ocho días después de que Kepler descubriese su tercera ley, se divulgó en Praga el incidente que desencadenó la guerra de los Treinta Años, su regio patrón fue depuesto y él mismo excomulgado por la Iglesia luterana a causa de su individualismo intransigente en materias doctrinales, de nuevo Kepler se convirtió en un refugiado; los desastres de la guerra privaron a Kepler de sus principales apoyos financieros, y pasó el final de sus días pidiendo dinero y buscando protectores, confeccionó horóscopos para el duque de Wallenstein, como lo había hecho para Rodolfo II, y pasó sus últimos años en una ciudad de Silesia controlada por Wallenstein.

Hacia el año 1600 dos grandes científicos descubrieron, cada uno por su cuenta, que el sistema heliocéntrico de Copérnico encerraba una verdad que iba más allá del simple modelo geométrico, Johannes Kepler halló en la disposición de los planetas en torno al Sol una relación armoniosa y estética que podía expresarse en términos matemáticos, concibió una fuerza que emanaba del Sol y elaboró una nueva astronomía o física celeste fundada en causas.

En Italia, Galileo Galilei apuntó hacia el firmamento el telescopio, recientemente inventado, descubrió que la Luna, cubierta de montañas y llanuras, cruzaba el cielo como otro planeta parecido a la Tierra, y Júpiter, con su propio conjunto de lunas, era prácticamente el sistema copernicano en miniatura.

Las cuidadosas observaciones de Brahe de las posiciones de los planetas, especialmente Marte, permitieron a Kepler descubrir la naturaleza de las órbitas planetarias, su forma elíptica, y formular las tres leyes del movimiento planetario, las dos primeras leyes aparecieron impresas en "New Astronomy", publicada en 1609, el mismo año en que el hombre apuntó por primera vez su telescopio al cielo.

Compartiendo la pasión por la astronáutica, el espacio y la aviación estamos en



Biblioteca Instituto Nacional de Derecho Aeronáutico y Espacial (INDAE), Fuerza Aérea Argentina



Argentina en el espacio http://argentinaenelespacio.blogspot.com/

Cometaria https://cometasentrerios.blogspot.com

Libros, Revistas, Intereses http://thedoctorwho1967.blogspot.com/

Archivo Histórico de Revistas Argentinas www.ahira.com.ar



Turismo Sideral https://turismo-sideral.com.ar

Estación Vientos del Sur http://vientosdelsurestacion.blogspot.com/

Sociedad Lunar Argentina https://sites.google.com/site/slasociedadlunarargentina/



Noticias

Ciclo de videos Café Lunar

Sistema Solar

Mercurio y su observación (con Marcelo Mojica Gundlach, Cochabamba, Bolivia)
https://www.youtube.com/watch?v=Tn3IvAQmYEo

Observación de cometas, magnitud visual y fotométrica (con Luis Mansilla, Rosario, Argentina)
https://www.youtube.com/watch?v=SFeJIS7VChA

trapecio Austral, Observando desde Mar del Plata, Argentina
https://www.youtube.com/watch?v=CfjDPcxpVYE

Cohetes

Cohetería en el aula (con Jairo Andrés Chávez, Popayán, Colombia)
https://www.youtube.com/watch?v=K-pEeY6T_AQ

Luna

Bases lunares, colonización
https://www.youtube.com/watch?v=1-ne2WBy2uE

Bases lunares, desafíos de la vida en la Luna
https://www.youtube.com/watch?v=u_A53QQwbzs

Bases lunares, historia y perspectivas
https://www.youtube.com/watch?v=rELeiz6pimw

Semana Internacional del Espacio, conmemorando Apollo-15
https://www.youtube.com/watch?v=Ydq6eYM7OMQ

Otros videos de interés de la SLA

Selenografía, lo que podemos observar en la superficie de la Luna
https://www.youtube.com/watch?v=Ydq6eYM7OMQ

Zonas brillantes de corta duración
https://www.youtube.com/watch?v=_MCrm4wmTM0

Observación lunar por aficionados (con Jaime García, Mendoza, Argentina)
https://www.youtube.com/watch?v=LeGtfCrefTs

Estudios científicos de los fenómenos lunares
https://www.youtube.com/watch?v=UO8UFoQen7E



Fuentes de información y fotos vertidas en el contenido de esta publicación

Arcones Daniel, la astronomía árabe siglos IX y XV.

British Museum.

Fernández García, María Isabel, Taller de física básica y astronomía recreativa, 2013.

Herbert Oré Belsuzarri, El Calendario Inca y los solsticios, Félix News, 2012.

Hartner, Copérnico, el hombre, la obra y su historia, Actas Sociedad Filosófica Estadounidense, Vol. 117, 1973.

Museum of Islamic Art, Doha, Qatar.

Roberts Víctor; La teoría solar y lunar de Ibn ash-Shâtir, Isis, Vol. 48, 1957.

Roberts, Kennedy, La teoría planetaria de Ibn ash-Shâtir.

Rodríguez Montserrat, la astronomía árabe siglos IX y XV.

Sagan, Carl, Cosmos, 1985.

Sayili, El Observatorio del Islam.

Sayili, Quinto Congreso de la Sociedad Histórica Turca, 1956.

Sayili, La sección introductoria de las tablas astronómicas de Habash.

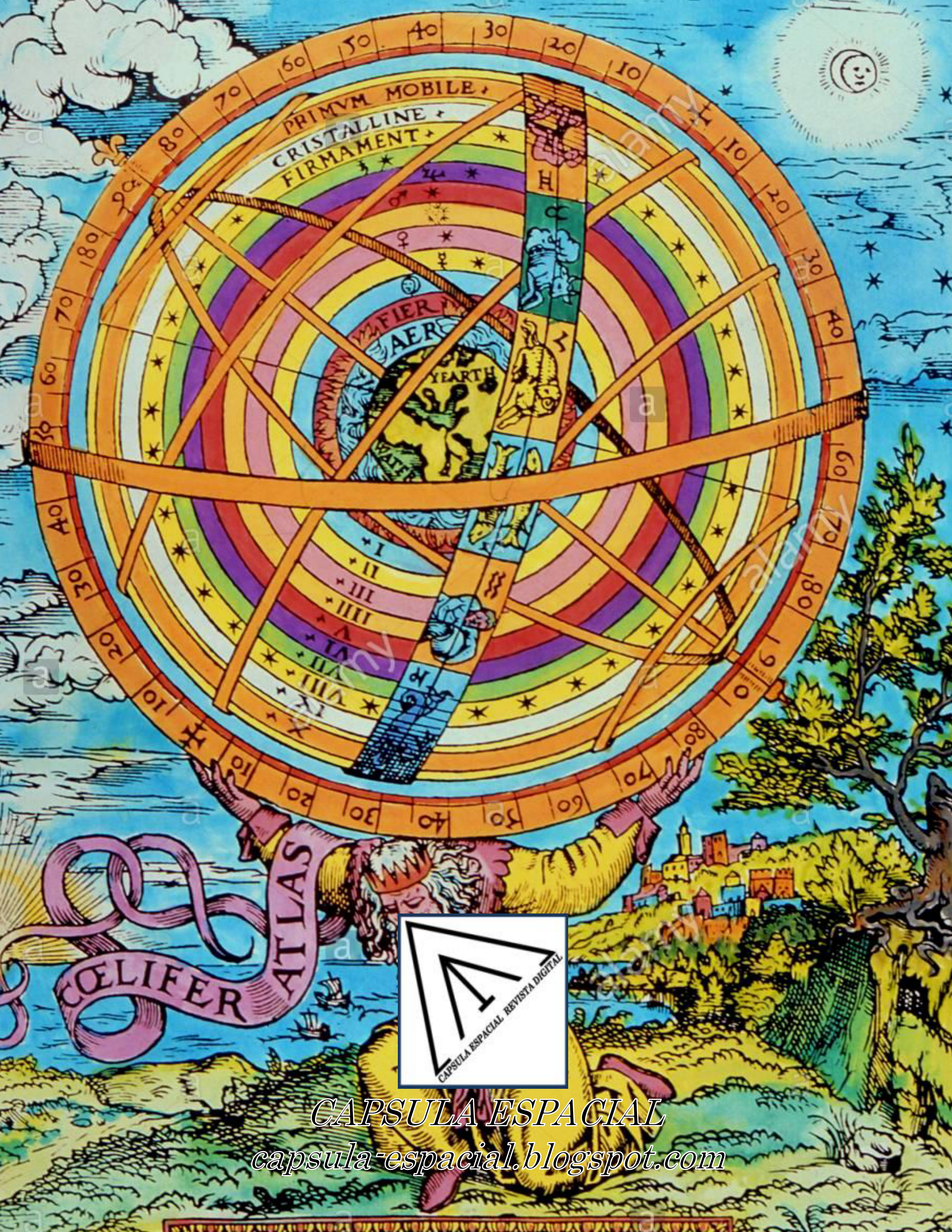
Sayili, "Islam y el surgimiento de la ciencia del siglo XVII", Belleten, 1958.

Tekeli, Nasiruddin, Takiyuddin ve Tycho Brahe'nin Rasat Aletlerinin Mukayesesi, DTCFD, Vol. 16, N° 3-4, 1958.

Tekeli, Método de Bîrûnî para encontrar los parámetros solares, Belleten, Vol. 27, 1963.

Neugebauer O., The Exact Sciences in Antiquity, 1957.

Yale University.


PRIMVM MOBILE
CRISTALLINE
FIRMAMENT
FIER
AER
YEARTH
CŒLIFER ATLAS
CAPSULA ESPACIAL REVISTA DIGITAL
CAPSULA ESPACIAL
capsula-espacial.blogspot.com